



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MÁRCIA REGINA SILVA BERBETZ

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA – O MATERIAL DIDÁTICO  
NA PERSPECTIVA DO DESENHO UNIVERSAL PARA ÁREA VISUAL

CURITIBA

2019

MÁRCIA REGINA SILVA BERBETZ

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA – O MATERIAL DIDÁTICO  
NA PERSPECTIVA DO DESENHO UNIVERSAL PARA ÁREA VISUAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação: Teoria e Prática de Ensino, Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção de título de Mestre em Educação.

Orientador: Professor Dr. Anderson Roges Teixeira Góes.

CURITIBA  
2019

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de  
Bibliotecas/UFPR-Biblioteca do Campus Rebouças  
Maria Teresa Alves Gonzati, CRB 9/1584

Berbetz, Márcia Regina Silva.

Educação matemática inclusiva : o material didático na perspectiva  
do desenho universal para área visual / Márcia Regina Silva Berbetz. –  
Curitiba, 2019.  
148 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná. Setor de  
Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação.  
Orientador: Prof. Dr. Anderson Roges Teixeira Góes

1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Álgebra – Estudo e ensino. 3.  
Educação inclusiva. 4. Educação básica. 5. Pessoas com deficiência  
visual – Educação. 6. Material didático. 7. Desenho universal. I. Título.  
II. Universidade Federal do Paraná.




MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO: TEORIA E  
PRÁTICA DE ENSINO - 40001016080P7

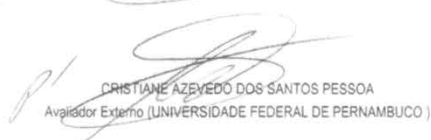
### TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO: TEORIA E PRÁTICA DE ENSINO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado Profissional de **MÁRCIA REGINA SILVA BERBETZ**, intitulada: **EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA - O MATERIAL DIDÁTICO NA PERSPECTIVA DO DESENHO UNIVERSAL PARA ÁREA VISUAL**, sob orientação do Prof. Dr. ANDERSON ROGES TEIXEIRA GOES, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa. A outorga do título de Mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 27 de Novembro de 2019.

  
ANDERSON ROGES TEIXEIRA GOES  
Presidente da Banca Examinadora

  
MARIA LUCIA PANOSSIAN  
Avaliador Externo (null)

  
CRISTIANE AZEVEDO DOS SANTOS PESSOA  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO)

  
ROSSANO SILVA  
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida. E a mim mesma que consegui superar muitos desafios que chegaram ao meu caminho este ano, que por sua vez não sei dizer o qual foi o mais difícil, mas quase impediram de que realizasse esse sonho. Acreditei que era possível. Deixo aqui um mantra que me ajudou para quem for ler este trabalho ou até para que eu possa dizer a mim mesma, em face de qualquer dificuldade: Eu posso! Eu consigo! Eu vou vencer! Vai dar tempo! Vai ter festa!

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida. Aos meus pais por me concederem a vida e ensinarem a lutar pelos meus objetivos, pelos meus sonhos com responsabilidade, dignidade, respeito ao próximo e Fé.

Ao esposo Alípio, as minhas filhas Renata e Beatriz que estão sempre presentes ao meu lado, por seu amor e compreensão pelas ausências, pela paciência e apoio nos momentos difíceis, amo vocês, o meu muito obrigado.

Agradeço as minhas irmãs Mariangela, Marinei e Mariamelia por serem minhas companheiras de jornada.

Ao professor Anderson Roges Teixeira Góes, pelo carinho, dedicação, apoio e pela bravíssima orientação e construção do trabalho. Professor Anderson, você sempre será uma pessoa, que vou lembrar não como somente educador, mas também como um grande amigo que me apoiou e ajudou a superar as dificuldades encontradas ao longo do trabalho, principalmente quando tive que recomeçar novamente este projeto de pesquisa do nada. Orientando-me fez buscar novos caminhos e projeto, esteve presente em todos os momentos, obrigada por tudo.

Aos Professores Doutores Cristiane Azevêdo dos Santos Pessoa, Maria Lúcia Panossian e Rossano Silva pela participação e contribuição em minha banca de defesa.

Ao programa de Pós-Graduação em Educação: Teoria e Prática de Ensino, responsável pela realização desta dissertação.

Aos Professores Doutores das disciplinas cursadas durante o mestrado: Aracy Campos, Etienne Guèrrios, Glaucia Brito, Mauricio Fagundes, Neila Agranionih, Núria Pons Vilardell Camas, Regina Cely de Campos Hagemeyer, pelas contribuições para a construção deste trabalho.

A professora e aos participantes da pesquisa, pelo aceite e por estarem sempre abertos e dispostos em contribuir.

Agradeço a Deus por me conceder a amizades como de Abigail Ramalho, Maria Izabel Muraro, Heliza Colaço Góes, Rossana Pacheco e Glenda Cassiano, obrigada pelas palavras de conforto nos momentos difíceis.

“Ninguém caminha sem aprender a caminhar,  
sem aprender a fazer o caminho caminhando,  
refazendo e retocando o sonho pelo qual se  
pôs a caminhar”.

**Paulo Freire**



## RESUMO

O presente trabalho está inserido na linha de pesquisa Teorias e Práticas de Ensino na Educação Básica. Tem como objetivo de estudo analisar a utilização de um material manipulável tátil na perspectiva do Desenho Universal para a área visual, visando o ensino da Álgebra do Fundamental II em uma escola pública de Curitiba. Um produto, ambiente, programa ou serviço é concebido dentro do Desenho Universal se pode ser utilizado por todas as pessoas, não necessitando de um projeto específico conforme a necessidade especial, bem como, sem a necessidade de adaptação. Com isso, a pesquisa apresenta um material didático manipulativo tátil dentro da perspectiva do Desenho Universal para a Aprendizagem que contribua com a compreensão de conceitos matemáticos relacionados a polinômios num ambiente de sala de aula onde há um estudante com deficiência visual, para realizar, dessa forma, a sua inclusão. O aporte teórico possui como principais referências: Gabrilli (2016), Cast (2011; 2012), Lorenzato (2006; 2010), Ponte (2013), Nacarato (2005), Fiorentini e Miorin (1990) e Vygotsky (1993,1997). A metodologia da pesquisa caracteriza-se como qualitativa do tipo intervenção pedagógica, que utilizou como instrumentos: observação direta; gravação de áudio e vídeo; registro fotográfico; questionários; entrevista semiestruturada. O processo de construção e aplicação das atividades permeou reunião com pesquisadores e professora regente, com vistas à construção e adaptação do material manipulável tátil, denominado Placas Algébricas. Com esse material, por meio de atividades orientadas, foram produzidos dados que possibilitem a descrição de aspectos relativos à: Placas Algébricas na perspectiva do Desenho Universal para a área visual; as placas Algébricas como recurso promotor de aprendizagem em relação à interação do entre participante com deficiência visual e estudantes; como ferramenta mediadora no processo de ensino e aprendizagem; as contribuições do material manipulável tátil na perspectiva do Desenho Universal para atender as necessidades educacionais do participante com deficiência visual nas aulas de Matemática; a percepção da professora regente quanto ao uso das Placas Algébricas. As análises da pesquisa mostram que o uso das Placas Algébricas proporcionaram oportunidades flexíveis de uso e de aprendizagem por todos os estudantes, auxiliou a fixar conceitos vistos em séries anteriores e propiciou a visualização, a representação de conceitos e a sua própria construção. No processo percebeu-se o engajamento de todos os participantes que contribuíram para a inclusão do participante com deficiência visual durante as atividades. Desta forma, esta pesquisa contribui com a discussão acerca da real inclusão de estudantes com necessidades especiais, sobretudo estudantes com deficiência visual, na Educação Matemática Inclusiva.

Palavras-chave: Educação Básica; Ensino de Álgebra; Educação Inclusiva; Desenho Universal; Educação Matemática.



## **ABSTRACT**

The present work is inserted in the research line Theories and Practices of Teaching in Basic Education. The objective of this study is to analyze the use of a tactile manipulative material from the perspective of Universal Design for the visual area, aiming at the teaching of Elementary Algebra in a public school in Curitiba. A product, environment, program or service is designed within Universal Design if it can be used by all people, not requiring a specific design as needed, as well as without adaptation. Thus, the research presents a tactile manipulative didactic material from the perspective of Universal Design for Learning that contributes to the understanding of mathematical concepts related to polynomials in a classroom environment where there is a visually impaired student, to do so. , its inclusion. The main theoretical references are Gabrielli (2016), Cast (2011; 2012), Lorenzato (2006; 2010), Ponte (2013), Nacarato (2005), Fiorentini and Miorin (1990) and Vygotsky (1993,1997). The research methodology is characterized as qualitative pedagogical intervention, which used as instruments: direct observation; audio and video recording; photographic register; questionnaires; semi structured interview. The process of construction and application of activities permeated a meeting with researchers and conducting teacher, with a view to the construction and adaptation of tactile manipulable material, called Algebraic Plates. With this material, through oriented activities, data were produced that enable the description of aspects related to: Algebraic Plates in the perspective of Universal Design for the visual area; Algebraic plates as a learning resource in relation to the interaction between visually impaired participants and students; as a mediator tool in the teaching and learning process; the contributions of tactile manipulable material from the perspective of Universal Design to meet the educational needs of the visually impaired participant in mathematics classes; the conducting teacher's perception of the use of Algebraic Plates. The research analyzes show that the use of Algebraic Plates provided flexible opportunities for use and learning by all students, helped to fix concepts seen in previous grades and provided visualization, concept representation and their own construction. In the process we noticed the engagement of all participants that contributed to the inclusion of the visually impaired participant during the activities. Thus, this research contributes to the discussion about the real inclusion of students with special needs, especially visually impaired students, in Inclusive Mathematical Education.

**Keywords:** Basic Education; Algebra teaching; Inclusive education; Universal design; Mathematical education.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> – ALFABETO BRAILLE .....	38
<b>FIGURA 2</b> – EXPRESSÕES ALGÉBRICAS EM TINTA E BRAILLE.....	39
<b>FIGURA 3</b> – PROCESSO DE CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO ATIVIDADE .....	59
<b>FIGURA 4</b> – EXEMPLO DE MATERIAL DOURADO .....	62
<b>FIGURA 5</b> – EXEMPLO DE PLACAS ALGÉBRICAS .....	63
<b>FIGURA 6</b> – REFERÊNCIA DE DIMENSÕES ALFABETO BRAILLE.....	63
<b>FIGURA 7</b> – MODELO DE LEITURA DA PEÇA .....	64
<b>FIGURA 8</b> – EXPRESSÃO ALGÉBRICA .....	65
<b>FIGURA 9</b> – REPRESENTAÇÃO DO POLINÔMIO .....	65
<b>FIGURA 10</b> – SIMPLIFICAÇÃO DA OPERAÇÃO ADIÇÃO E SUBTRAÇÃO.....	66
<b>FIGURA 11</b> – TABELA DE MULTIPLICAÇÃO .....	67
<b>FIGURA 12</b> - MODELAGEM REGRA SINAIS MULTIPLICAÇÃO .....	67
<b>FIGURA 13</b> - MULTIPLICAÇÃO DE MONÔMIO POR POLINÔMIO .....	68
<b>FIGURA 14</b> - MULTIPLICAÇÃO DE POLINÔMIOS .....	69
<b>FIGURA 15</b> - REPRESENTAÇÃO COM PLACAS E DESENHO .....	80
<b>FIGURA 16</b> - REPRESENTAÇÃO DO POLINÔMIO .....	81
<b>FIGURA 17</b> - ADIÇÃO DE MONÔMIOS.....	83
<b>FIGURA 18</b> - OPERAÇÕES COM POLINÔMIOS.....	85
<b>FIGURA 19</b> - MULTIPLICAÇÃO DE POLINÔMIOS .....	88
<b>FIGURA 20</b> - TABELA DE MULTIPLICAÇÃO .....	92
<b>FIGURA 21</b> - AJUSTES NA ATIVIDADE.....	92

## **LISTA DE QUADROS**

<b>QUADRO 01 – DESCRITORES DE BUSCA .....</b>	<b>45</b>
<b>QUADRO 02 – SÍNTESE DOS TRABALHOS ANALISADOS .....</b>	<b>47</b>

## **LISTA DE GRÁFICOS**

<b>GRÁFICO 01 - UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS MANIPULÁVEIS .....</b>	<b>76</b>
<b>GRÁFICO 02 - OPERAÇÕES COM MONÔMIOS .....</b>	<b>77</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

CAPES	-	Catálogos de Teses e Dissertações da Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAST	-	Center for Applied Special Technology
DCE	-	Diretrizes curriculares Estaduais
DU	-	Desenho Universal
DUA	-	Desenho Universal para a Aprendizagem
IBGE	-	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEP	-	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
MD	-	Material Dourado
NEE	-	Necessidades Educacionais Especiais.
OCEM	-	Orientações Curriculares do Ensino Médio
PA	-	Placas algébricas
PCNs	-	Parâmetros Curriculares Nacionais
PDV	-	Participante com Deficiência Visual
PNE	-	Plano Nacional da Educação
PQ	-	Professora Pesquisadora
PR	-	Professora Regente
TA	-	Tecnologia Assistiva
TIC	-	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFPR	-	Universidade Federal do Paraná

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
1.1 UMA HISTÓRIA PARA CONTAR E CAMINHOS A PERCORRER	15
1.2 OBJETIVOS	20
1.2.1 Objetivo Geral	20
1.2.2 Objetivos Específicos	20
1.3 JUSTIFICATIVA	21
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	23
<b>2 APORTE TEÓRICO</b>	<b>24</b>
2.1 CAMINHOS DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA	24
2.2 DESENHO UNIVERSAL	28
2.3 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA	32
2.4 ENSINO DA ÁLGEBRA	40
2.5 REVISÃO DA LITERATURA – PERÍODO 2013 A 2018	44
<b>3 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA</b>	<b>51</b>
3.1 DELIMITANDO A ABORDAGEM DA PESQUISA	51
3.1.1 Panorama geral da pesquisa	53
3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA	55
3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	56
3.3.1 Registro da pesquisadora	56
3.3.2 Questionário inicial	57
3.3.3 Sequência de atividades	58
3.3.4 Questionário final	61
3.4 O MATERIAL MANIPULÁVEL TÁTIL NA PERSPECTIVA DO DESENHO UNIVERSAL PARA ÁREA VISUAL: PLACAS ALGÉBRICAS	61
3.4.1 Exemplos de utilização	64
<b>4 RESULTADOS E ANÁLISE</b>	<b>70</b>
4.1 AS PLACAS ALGÉBRICAS NA PERSPECTIVA DO DESENHO UNIVERSAL	71
4.2 UNIDADE DE ANÁLISE: O MATERIAL COMO PROMOTOR DA APRENDIZAGEM DE OPERAÇÕES COM POLINÔMIOS	76
4.2.1 Adequação da tabela de multiplicação	91
4.3 A PERCEPÇÃO DA PROFESSORA REGENTE QUANTO AO USO DAS PLACAS ALGÉBRICAS E A VIABILIZAÇÃO DO DUA EM SUA FORMAÇÃO CONTINUADA	93
4.4 SÍNTESE DO CAPÍTULO	103
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>105</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>110</b>

APÊNDICE A –TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .	118
APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	
PROFESSORA REGENTE.....	121
APÊNDICE C – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO ...	124
APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO 1 ESTUDANTE.....	126
APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO 2 ESTUDANTE.....	128
APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO PROFESSORA REGENTE - INÍCIO DA	
PESQUISA.....	130
APÊNDICE G – PLANO DE ATIVIDADES ÁLGEBRA/ GEOMETRIAS .....	131
APÊNDICE H – Q(3) QUESTIONÁRIO A SER APLICADO APÓS A	
EXECUÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES DIDÁTICO-	
PEDAGÓGICAS .....	133
APÊNDICE I – Q(2) - QUESTIONÁRIO DO TÉRMINO DA PESQUISA .....	135
APÊNDICE J - UNIDADE DE ATIVIDADES.....	136

## 1 INTRODUÇÃO

Nesta seção é realizado o relato dos caminhos, anseios, desafios e questionamentos que levaram à realização do trabalho.

### 1.1 UMA HISTÓRIA PARA CONTAR E CAMINHOS A PERCORRER

Parafraseando Paulo Freire, a educação deve desvelar o mundo e o próprio indivíduo, formando valores para o futuro, cuja essência é o ser humano. Que esta pesquisa seja o ponto de partida para a reflexão das finalidades e objetivos da escola (FREIRE, 1999, p. 57-76).

O fascínio e a facilidade com a Matemática aconteceram na minha infância, na época em que era estudante, quando buscava por diferentes caminhos para a resolução de problemas matemáticos sobre os novos conceitos que estava aprendendo na escola. Tais problemas faziam parte de enciclopédias que eu usava para pesquisas.

Em casa, como primogênita, acompanhava os estudos das minhas irmãs, principalmente ao brincarmos de escolinha, nos momentos em que eu assumia o papel de professora de Matemática. Nessas brincadeiras, procurava repassar tudo o que aprendia na escola e em minhas “pesquisas” e refazia, então, todas as tarefas e criava outras atividades para testar o meu aprendizado.

Na escola, no decorrer das aulas, comecei a perceber que dominava os conceitos estudados com maior facilidade à medida que os colegas de sala me chamavam para auxiliá-los na compreensão dos conceitos e na realização dos exercícios. Foi a partir daí que comecei a perceber que os “erros” na realização dos exercícios eram portas para encontrar novos caminhos de resolução de problemas e, dessa forma, aprimorava o meu conhecimento.

Quando tinha 10 anos, meu pai comprou um televisor com tela em preto e branco e esse aparelho foi o meu primeiro contato com essa tecnologia. Lembro-me de que ao assistir determinado programa, uma imagem me fascinou e instigou minha curiosidade: Santos Dumont, em seu 14BIS, dando uma volta na torre Eiffel. Fiquei impressionada com aqueles recursos



tecnológicos (TV, avião, construções) e como a história se descortinava na minha frente.

Comecei a pensar: que conceitos matemáticos foram usados na construção daquele equipamento, popularmente denominado TV, e como Santos Dumont usou a matemática para construir o 14 Bis? E mais: como foi construída a torre Eiffel?

Fiquei maravilhada com o poder de criação do homem e pus-me a pesquisar na enciclopédia a história que estava por trás de tudo isso, a fim de compreender que, em todas as épocas da história, a humanidade desenvolvera inovações tecnológicas, cujos avanços podem ser percebidos em nosso cotidiano, os quais, por sua vez, ultrapassam as situações de trabalho e influenciam o modo como vivemos e reagimos a elas.

O interesse pelas tecnologias florescia e decidi cursar Técnico em Processamento de Dados no Colégio Estadual do Paraná, Curitiba/PR. Tal curso vinha ao encontro da vontade de ampliar meus estudos para aprender a operar um microcomputador e aprender uma linguagem de programação com a qual eu poderia auxiliar as pessoas em determinadas tarefas e na resolução de problemas. Esse curso me fez perceber que os professores podem ir além do ato de transmitir conhecimentos, ao proporcionarem, aos estudantes, a possibilidade de aprenderem coletivamente quando auxiliados a traçar metas, objetivos e planejamento, bem como a desenvolver seu saber-pensar e a solucionar os problemas e obstáculos que surgiam durante a programação.

Essa visão de professor me encantou e me levou a cursar a licenciatura de Matemática na Universidade Federal do Paraná (UFPR) à qual me dediquei em minha vida profissional.

Durante a licenciatura, estagiei em colégios da rede estadual e privada que ofertavam o Ensino de 1º Grau (atual Ensino Fundamental II) e o Ensino de 2º grau (atual Ensino Médio). Nesse período, observei que os professores estavam impregnados de uma pedagogia vertical na qual são detentores do saber e as respostas solicitadas por eles não possibilitavam aos estudantes raciocinar, apenas exigiam que executassem o que era solicitado. Os recursos tecnológicos utilizados eram somente o quadro-negro, projetor de imagens, giz, régua, esquadros, compasso, livro, caderno, canetas e outros materiais

necessários para o registro. Nesse sentido, as crianças pouco interagiam em sala de aula.

O meu primeiro trabalho como professora só se efetivou em 1994, quando exerci a função de Professora de Matemática para todas as séries do Ensino do Fundamental II em dois colégios; um da rede estadual e, o outro, da privada. Em 1997, o colégio particular criou um laboratório de informática para que os professores trabalhassem conteúdos relacionados à sua área de conhecimento. Entretanto, a falta de formação desses professores acarretou a não utilização do laboratório de informática.

Nesse período de atuação, o meu desejo de aplicar na escola pública um projeto interdisciplinar era imenso, mas devido à política da escola, não houve abertura para isso. Trabalhei na escola pública por dois anos e pude perceber a insatisfação das crianças em relação à falta de conexão entre os conhecimentos e atividades propostas, bem como a não utilização de materiais concretos que proporcionassem a aprendizagem e a construção de conhecimentos. O que foi experienciado em ambas as instituições de ensino levou-me à conclusão de que de nada valem as tecnologias atuais se as metodologias continuarem as mesmas, prevalecendo, desse modo, o ensino fragmentado e desconexo da realidade.

A partir disso fui em busca de um curso que me auxiliasse a interligar os conhecimentos. Ingressei, em 1998, no curso de pós-graduação em interdisciplinaridade na educação básica no Instituto Brasileiro de Pós-Graduação e Extensão (IBEPEX), cujos ensinamentos auxiliaram a inter-relacionar diferentes áreas de conhecimento.

Em 2001, como professora em uma turma de 8ª série (atual 9º ano do Ensino Fundamental II), realizei os primeiros projetos interdisciplinares, envolvendo tecnologias físicas e sociais<sup>1</sup>, inter-relacionando a Matemática aos temas transversais; dentre ele, destaco o projeto intitulado “A gota que salva” – o qual envolvia um trabalho de conscientização da comunidade escolar sobre o ato de doar sangue, apresentado no congresso da Associação das Escolas Católicas (AEC). Esse projeto se iniciou somente com a turma da 8ª série e, a

---

<sup>1</sup> Tecnologias físicas: ferramentas- lápis, caneta, computador, motores, microchips.  
Tecnologias sociais: maneiras de se organizar pessoas para colaborar em empreendimentos comuns, por exemplo uma linha de montagem (KENKI, 2003, p.1).

princípio, era uma oportunidade que favorecia duas estudantes: uma que necessitava de doação de sangue e a outra que estava perdendo a capacidade visual.

Desde aquela época, muitos avanços ocorreram na minha vida profissional. O trabalho interdisciplinar possibilitou conexões entre áreas de conhecimento distintas; a troca de experiências entre professores de diferentes disciplinas; oportunidades aos estudantes para superarem barreiras em sua busca de conhecimento através da pesquisa, com o intuito de se resolver uma situação problema em Matemática. Para tal, foi necessário buscar informações com os especialistas de outras áreas do conhecimento e, além de outras fontes de pesquisa, para proporcionar a abstração e a fixação dos conteúdos ministrados, maior interação entre estudantes e professora, entre professores e entre os próprios estudantes. Percebeu-se, então, que os estudantes que tinham mais facilidade ajudavam os colegas com dificuldades de aprendizagem.

Nesse ir e vir de trabalho com os estudantes, deparei-me com uma situação atípica em sala de aula: a presença de uma estudante com uma doença hereditária que a levaria à perda total da visão. Diante dessa situação, senti-me de mãos atadas, pois em minha formação acadêmica, não tivera orientação de como proceder metodologicamente no ensino da Matemática para deficientes visuais ou qualquer outra pessoa com deficiência para um ensino inclusivo. Nesse momento, acompanhei a estudante com maior atenção e adaptei alguns materiais com fins didáticos. Esse trabalho foi desafiante e, ao mesmo tempo, uma grande frustração, pois não podia auxiliar a estudante com competência devido a minha formação acadêmica. Após a situação relatada, nunca mais tive um aluno deficiente visual em minhas aulas.

Nessa minha trajetória profissional, foram inúmeros os desafios encontrados na tarefa de ensinar Matemática vinculada à realidade do estudante. Na busca de uma formação continuada, que me propiciasse momentos de reflexão sobre o ensino de Matemática, e que abordasse a integração das tecnologias à sala de aula, procurei cursos de Pós-graduação na UFPR. Foi quando tomei conhecimento do curso Expressão Gráfica, ao fazer a especialização que muito contribuiu para a minha vida profissional no sentido de não dar mais respostas prontas aos estudantes, de não exigir que

tenham que memorizar conhecimentos e, sim, desenvolver outro olhar em relação ao aprendizado, favorecendo, através dos recursos da expressão gráfica, o trabalho coletivo em diferentes tempos e espaços, sobretudo com a utilização das diversas tecnologias, do lápis às digitais.

Na busca por recursos metodológicos para o processo de ensino e aprendizagem para o ensino de Matemática, em 2017, fiz parte do processo seletivo para entrar no Mestrado em Educação da UFPR, com o projeto intitulado “Aprendizagem Significativa da Matemática e da Expressão Gráfica no Ensino Fundamental II”, cujo objetivo era apontar uma metodologia de ensino da Expressão Gráfica, ou seja, a elaboração de um caderno pedagógico digital com sequências didáticas, correlacionando-se os conteúdos do 9º ano do Ensino Fundamental II com a Expressão Gráfica de forma espiral, para interligar a teoria à prática para que, ao final do ano letivo, o aluno possa ser capaz de atingir as competências necessárias em cada eixo norteador de estudos de Matemática (Números e operações; Espaço e Forma; Tratamento da Informação e Grandezas e Medidas). Porém, não tive a autorização do colégio em que trabalhava para a aplicação da pesquisa. Em face a esse desafio, tive que buscar outro tema para a pesquisa. Dentre esses, surgiu o da educação inclusiva, parceria que já vinha sendo desenvolvida desde 2014 entre o orientador e professora da sala de recursos do colégio em que a pesquisa foi aplicada.

O tema de educação inclusiva me fez lembrar a estudante com deficiência visual e a minha dificuldade em incluí-la, naquela época, no processo de ensino e aprendizagem. Assim, tomei como desafio, nesta pesquisa acadêmica, apresentar um material didático manipulativo tátil dentro da perspectiva do Desenho Universal (DU), que contribua com a compreensão de conceitos matemáticos relacionados a polinômios num ambiente de sala de aula onde haja estudante com deficiência visual, para realizar, dessa forma, a sua inclusão.

A investigação proposta nesta pesquisa concentra-se na observação e análise do movimento presente na sala de aula, verificando comportamento do estudante, da professora regente e da pesquisadora quanto ao uso e manuseio do material manipulável tátil na concepção do Desenho Universal e como a

integração deste no ambiente escolar foi percebida por eles, dando voz aos participantes.

## 1.2 OBJETIVOS

Cumpre, nesta pesquisa, indicar o objetivo geral e os objetivos específicos, apontados a seguir.

### 1.2.1 Objetivo Geral

Discutir aspectos relativos à utilização do material didático na perspectiva do Desenho universal quanto recurso promotor da aprendizagem visando o ensino da álgebra do 8º ano do Ensino Fundamental II.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar abordagem histórica da legislação voltada à inclusão para compreender as pesquisas nesse campo de estudos;
- Identificar, nas pesquisas acadêmicas atuais brasileiras, as relações entre Educação Inclusiva, Desenho Universal e Educação Matemática;
- Discutir o desenho universal, sobretudo na área educacional, adaptando um material manipulável tátil para o processo de ensino e aprendizagem de álgebra do 8º ano do Ensino Fundamental;
- Desenvolver e aplicar uma sequência de atividades com o material adaptado em turma com estudante com deficiência visual;
- Discutir aspectos relativos à utilização do material didático na perspectiva do DU quanto recurso promotor da aprendizagem e a percepção da professora regente quanto ao uso das Placas Algébricas.
- Verificar como o material manipulável tátil pode promover a aprendizagem, a linguagem, a interação, o pensamento e as mediações, a fim de que os estudantes compreendam o que, a princípio parece ser abstrato;
- Analisar a percepção da professora regente quanto ao uso das placas algébricas.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Quando vivemos a autenticidade exigida pela prática de ensinar-aprender, participamos de uma experiência total, diretiva, política, ideológica, gnosiológica, pedagógica, estética e ética, em que a boniteza deve achar-se de mãos dadas com a decência e com a seriedade. (FREIRE, 1999, p. 24)

O estudante com necessidade especial recebia do educador um “olhar simplificador e excludente, com foco apenas na etiologia e no diagnóstico, o que dificultou o reconhecimento e o seu desenvolvimento como um todo.” (KOBREN, CORREA, MINETTO, 2017, p. 177). De maneira geral, as aulas têm sido as mesmas para todos e o processo de ensino e aprendizagem acontece de forma igualitária. Com isso, o potencial para aprender desses estudantes é subestimado ou ignorado e, em razão disso, as diversas áreas do conhecimento procuram meios para solucionar esse problema. Na Educação Matemática, esse fato é um desafio para a grande maioria dos professores, pois muitos conceitos, cálculos e representações inerentes a tal ciência precisam de uma representação simbólica. Apesar de existir uma simbologia específica na comunidade de pessoas cegas, o braile, a transcrição de símbolos matemáticos para esta simbologia não é suficiente para ensinar Matemática, uma vez que não possui, principalmente, a função de substituir uma imagem.

A partir de reflexões para o ensino voltado para uma Educação Matemática Inclusiva, deve-se pensar na mudança quanto às estratégias de ensino e vincular os conteúdos de forma mais lúdica e interativa, de acordo com Costa e Bechara:

É evidente que um ensino da Matemática calcado apenas em exposições teóricas, sem experiência concreta e significativa, em que falte a participação direta do aluno por insuficiência de recursos didáticos adequados, tenderá a desenvolver em qualquer educando uma atitude desfavorável à assimilação e compreensão do conteúdo desenvolvido. (COSTA; BECHARA, 1982, p. 45).

O artigo 28 da Lei Brasileira da Inclusão da Pessoa com Deficiência nº 13.146 de 2015, em seu capítulo IV, trata do direito à Educação (parágrafo VI) “que recomenda pesquisas voltadas para o desenvolvimento de novos métodos e técnicas pedagógicas, de materiais didáticos, de equipamentos e de recursos

de Tecnologia Assistiva” (BRASIL, 2015), para pessoas caracterizadas como deficientes.

Nesse contexto, o ensino da Matemática voltado para a inclusão oferece desafio tanto para aquele que ensina quanto para aquele que aprende, devido ao caráter desta disciplina que utiliza grande apelo visual para a aquisição dos seus conceitos.

Considerando os aspectos levantados que se mostraram relevantes para trabalhar conceitos com os estudantes de inclusão, a respeito da deficiência visual faz-se necessário

[...] o uso de algumas tecnologias, como, por exemplo, leitores de tela, material concreto, instrumentos de ensino de Matemática. Tais Tecnologias que facilitam o ensino são chamadas de Assistivas, um conceito novo que compreende qualquer mecanismo que auxilie no desenvolvimento do conhecimento e da vida diária, desde uma simples borracha para segurar um lápis na mão, como os potentes leitores e ampliadores de tela. (SGANZERLA; GELLER, 2015, p. 71).

A maioria dos professores não está preparada para receber estudantes com Necessidades Educativas Especiais (NEE), visto que para atendê-los é preciso “saber que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou construção” (FREIRE, 2016a, p. 47). Cabe, portanto, aos educadores, buscar recursos e metodologias adequadas a cada caso de necessidade especial, o que implica um ensino voltado para a inserção dessas pessoas na escola, no mundo do trabalho e na sociedade.

Na presente dissertação a inovação se dá pela intervenção com material adaptado na concepção do Desenho Universal, na elaboração e análise de sequência didático-pedagógica para implementação do material manipulável tátil. Proporcionando discussão de aspectos relativos à motivação, interação e aprendizagem do conteúdo de álgebra, em específico as operações com polinômios, por parte de estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, por meio de uma pesquisa de intervenção educacional.

Dessa forma a inclusão aliada à tecnologia visa analisar as contribuições de materiais manipuláveis táteis elaborados na concepção do Desenho Universal (DU). Assim, pretende discutir os aspectos relativos ao uso do Material Manipulável Tátil na concepção do Desenho Universal (DU), como a



manipulação, socialização e interação entre estudante-estudante e estudante-professor contribuindo, assim, para uma Educação Matemática Inclusiva na área visual.

#### 1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A sistematização do texto que apresento nesta pesquisa segue a seguinte organização: a primeira seção, que denominamos de introdução<sup>2</sup>, contemplamos um fragmento significativo da apresentação pessoal da pesquisadora, o problema de pesquisa, os objetivos e a justificativa da pesquisa; a segunda seção é intitulada de “Aporte Teórico”, na qual discorremos sobre a fundamentação teórica, o conceito de Desenho Universal (DU) e sua aplicação na educação, o uso de materiais manipuláveis na educação matemática, o ensino da álgebra e, por fim, como estão ocorrendo às pesquisas relacionadas à educação inclusiva, ao DU e ao Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA); a terceira seção discorreu sobre os encaminhamentos metodológicos que dão aporte a pesquisa, trazendo a metodologia propriamente dita, a coleta de dados, os instrumentos da pesquisa; a quarta seção nos traz os resultados e as análises; por fim, finalizamos o trabalho com um capítulo dedicado as considerações finais, promovendo reflexões acerca das contribuições de materiais didáticos elaborados na percepção do Desenho universal voltados para o ensino da matemática inclusiva.

---

<sup>2</sup> Deste momento em diante descrevo em primeira pessoa do plural por ser um trabalho colaborativo com o professor orientador da pesquisa.

## 2 APORTE TEÓRICO

Este capítulo destina-se ao delineamento teórico mostrando recorte histórico da educação especial em face de uma educação inclusiva, o conceito de Desenho Universal (DU) e sua aplicação na educação, o uso de materiais manipuláveis na educação matemática, o ensino da álgebra e, por fim, como estão ocorrendo às pesquisas relacionadas à educação inclusiva e DU.

### 2.1 CAMINHOS DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA

Os conceitos de educação inclusiva apresentaram avanços significativos em meados dos anos 1990, alicerçando-se fortemente no século XX após sofrer influências de dois importantes movimentos: a Conferência Mundial de Educação para Todos, na Tailândia, em 1990; e na Conferência Mundial de Educação Especial na Espanha, em 1994, originando o documento “Declaração de Salamanca”. Estes movimentos promoveram uma ação política, cultural, social e pedagógica na área de acessibilidade para as pessoas com necessidades educacionais especiais (NEE), em prol do direito de todos os estudantes estarem juntos no ato de aprender.

Na Declaração de Salamanca (1994), pactua-se o compromisso de uma Educação para Todos e declara-se a imprescindibilidade e a urgência de assegurar o acesso a uma educação voltada a pessoas com deficiências (PCD), sejam elas crianças, jovens ou adultos. Para tal, as instituições de ensino devem desenvolver uma educação de qualidade capaz de prover uma aprendizagem a todos, incluindo aqueles que possuam necessidades educacionais severas, independentemente de suas condições físicas, intelectuais, linguísticas, emocionais, sociais, entre outras.

No Brasil, a lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996, os Parâmetros Curriculares Nacionais e outros documentos são frutos de construções e lutas da sociedade civil junto às autoridades responsáveis pela política educacional. Estes documentos apontam para o princípio da igualdade de direitos e oportunidades de aprendizagem para todos que parta do olhar

para o estudante e suas singularidades, conforme dispõe a Lei Nº 9394/96 de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (BRASIL, 1996).

De acordo com o art. 58 da LDB de 1996, “entende-se a educação especial como uma modalidade de educação escolar para educandos com necessidades de aprendizado especiais, a qual deve ser ofertada principalmente em escolas da rede regular de ensino”. Dessa forma, faz-se necessário ter como foco uma mudança na intervenção pedagógica e, em consequência, mudança de meios para alcançá-la. É compromisso e dever da comunidade escolar estar atenta para a diversidade de seus alunos e organizar o currículo com estratégias que visem a atender as necessidades especiais de seus educandos, para garantir uma aprendizagem de qualidade, como previsto na Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1998).

No que tange à inclusão social e à cidadania das pessoas com necessidades especiais, foi instituída, em 6 de julho de 2015 a lei 13146 que, em seu artigo 1º, informa que ela é “destinada a assegurar e a promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência (PCD), visando à sua inclusão social e cidadania.” (BRASIL, 2015).

O artigo 27 da lei 13146 determina que a pessoa com deficiência (PCD) tem seu direito assegurado a um sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo de sua vida, de maneira que desenvolva “os seus talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais, segundo suas características, interesses e necessidades de aprendizagem”. Ainda, o parágrafo único desse artigo descreve que “É dever do Estado, da família, da comunidade escolar e da sociedade assegurar educação de qualidade à pessoa com deficiência, colocando-a a salvo de toda forma de violência, negligência e discriminação” (BRASIL, 2015).

O estado, a comunidade escolar, a sociedade, a família devem se encarregar de acompanhar o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes em geral, a fim de garantir um ensino de qualidade para todos.

Esse plano de educação especializado para a promoção das condições de acessibilidade assegura o direito à Educação para todas as pessoas NEE e faz parte, da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017) que traz a educação inclusiva como um de seus princípios, o que [...] “requer o

compromisso com os alunos com deficiência, reconhecendo a necessidade de práticas pedagógicas inclusivas e de diferenciação curricular” (BRASIL, 2017, p.13), conforme estabelecido na lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (lei nº 13.146/2015) prezando pelos direitos de aprendizagem e desenvolvimento art. 28, incisos I, II).

Assim, os sistemas de ensino devem assegurar, em todos os níveis, etapas e modalidades, a organização e oferta de medidas de apoio específicas para a promoção das condições de acessibilidade necessárias à plena participação e autonomia dos estudantes com deficiência, em ambientes que maximizem seu desenvolvimento integral, com vistas a atender à meta de inclusão plena. (BRASIL, 2015).

A atual pesquisa ocupa-se da discussão das Pessoas com Deficiência Visual que, ao longo da história, têm sido marginalizados por uma singularidade: o fato de utilizar a linguagem tátil e oral como forma predominante de comunicação e interação no meio social.

Cabem aos sistemas de ensino, a identificação, a elaboração e a organização de recursos pedagógicos que garantam a plena participação desses estudantes no processo de ensino e aprendizagem, levando em consideração suas necessidades específicas.

Dessa forma, o ensino inclusivo reside na preparação para a cidadania, para propiciar melhora substancial na qualidade de vida das pessoas com NEE, concedendo-lhes instrução que lhes permita participar, como usuários, de modo a garantir seus direitos de “conviver com outras crianças ou adultos, em pequenos e grandes grupos, utilizando diferentes linguagens, ampliando o seu conhecimento” (BRASIL, 2017, p.38-39), por meio de diferentes materiais fornecidos pelo professor que lhes permitam [...] “explorar movimentos, sons, formas, texturas, cores”, entre outros (BRASIL, 2017, p.38-39).

De acordo com Dias (2017),

os indivíduos cegos possuem desenvolvimento cognitivo normal, e a falta de experiências visuais pode ser suprida com o uso de representações concretas. Vygotsky (1995) ressalta ainda que, não se pode tratar a cegueira apenas como uma deficiência, mas, em certo ponto, como uma fonte de manifestação de suas capacidades. (DIAS, 2017, p. 22-23).

Nesse aspecto, cabe ao professor reunir informações, orientações, instrumentos e metodologias que possibilitem aos estudantes com deficiência visual “ter acesso ao conhecimento a partir de intervenções e interações” (DIAS, 2017, p. 23). A escola precisa ter o foco no desenvolvimento de competências por meio de conteúdos específicos, de habilidades, de novas linguagens, de valores culturais e desenvolvimento de emoções, buscando o Ensino Inclusivo que promova o desenvolvimento do ensino científico para garantir uma das ações do movimento atual da educação,

o sistema educacional brasileiro está passando por momentos de adequação do Plano Nacional da Educação (PNE) em que há transferência dos estudantes com necessidades especiais da educação especial para o ensino regular. Tanto a escola e os professores não foram preparados para essa mudança, prevalecendo ainda barreiras físicas e atitudinais para a inclusão. (CONTE; GÓES 2018).

Nesse sentido, em razão de a escola ter uma visão linear e reducionista, há, no ambiente escolar, atitudes que se opõem ao desenvolvimento de seus estudantes e ao da real função escolar. Entre elas, estão a homogeneidade e a uniformização das estratégias pedagógicas e, sendo assim, encontram-se tanto posturas que priorizam o comum como as que ignoram as diferenças.

Por um período de tempo, o estudante com deficiência visual esteve sob um “olhar simplificador e excludente, com foco apenas na etiologia e no diagnóstico, o que dificultou o reconhecimento e o seu desenvolvimento como um todo” (KOBREN; CORREA; MINETTO, 2017, p. 177).

Com a publicação da Lei da Inclusão (BRASIL, 2015), os Estados passaram a adotar, obrigatoriamente, políticas inclusivas que privilegiam as escolas regulares.

Em 2019, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) publicou o Censo Escolar, constatando que:

[...] o número de matrículas de alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e/ou altas habilidades/superdotação em classes comuns (incluídos) ou em classes especiais exclusivas chegou a 1,2 milhão em 2018, um aumento de 33,2% em relação a 2014. Esse aumento foi influenciado pelas matrículas de ensino médio que dobraram durante o período. Considerando apenas os

alunos de 4 a 17 anos da educação especial, verifica-se que o percentual de matrículas de alunos incluídos em classe comum também vem aumentando gradativamente, passando de 87,1% em 2014 para 92,1% em 2018. (INEP, 2018, p.33).

A constatação do INEP corrobora com a urgência da melhoria para uma Educação Inclusiva, que beneficie a inclusão de todos, ou seja, que realmente atinja a meta de intervir no sistema de ensino de forma integrada, a fim de promover e garantir um ensino de qualidade às pessoas NEE. Para tanto, faz-se necessário ouvir os professores e investir na formação dos profissionais da educação, “para os atendimentos educacionais especializados [...] para a inclusão escolar” (BRASIL, 2015, p. 10).

No Brasil, em Janeiro de 2016, entrou em vigor a Lei Brasileira de Inclusão (LBI), também chamada de Estatuto da Pessoa com Deficiência (Lei 13.146/2015), a qual afirmou a autonomia e a capacidade dos cidadãos portadores de necessidades especiais de exercerem atos da vida civil em condições de igualdade com as demais pessoas. Gabrilli (2016) afirma que, para fins de aplicação desta lei, o artigo 3º dispõe que:

II- Desenho Universal: concepção de produtos, ambientes, programas e serviços a serem usados por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação ou de projeto específico, incluindo os recursos de tecnologia Assistiva;

III- Tecnologia Assistiva ou ajuda técnica: produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. (GABRILLI, 2016, p. 22).

Esta pesquisa analisa a utilização de um material manipulável tátil na concepção do Desenho Universal para a área visual, para o ensino da Matemática a estudante com Deficiência Visual.

## 2.2 DESENHO UNIVERSAL

O termo “Desenho Universal” (DU) foi utilizado pela primeira vez em 1985 nos Estados Unidos da América pelo arquiteto Ron Mace, após a aprovação de uma lei que proibia qualquer tipo de discriminação contra

peessoas com deficiências. A princípio, o Desenho Universal foi idealizado para a arquitetura, com a intenção de que os projetos arquitetônicos fossem planejados de modo que pudessem acolher a todos, independentemente das condições físicas de cada um.

De acordo com Ricardo, Saço e Ferreira (2017, p. 1525), as adequações de projetos na concepção do Desenho Universal nas fases iniciais de elaboração facilitam a acessibilidade de forma eficaz, pois o ajuste de tais projetos somente após a sua conclusão poderá tornar-se complexo e custoso.

A Convenção da Organização das Nações Unidas sobre os direitos das pessoas com deficiência define Desenho Universal como:

A concepção de produtos, ambientes, programas e serviços a serem usados, na maior medida possível, por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação ou projeto específico. O “desenho universal” não excluirá as ajudas técnicas para grupos específicos de pessoas com deficiência, quando necessárias. (BRASIL, 2009).

O Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), conforme o Decreto N° 5.296 de 2004, é

[...] concepção de espaços, artefatos e produtos que visam atender simultaneamente todas as pessoas, com diferentes características antropométricas e sensoriais, de forma autônoma, segura e confortável, constituindo-se nos elementos ou soluções que compõem a acessibilidade. (BRASIL, 2004).

Segundo o Centro de Tecnologia Aplicada Especial (CAST),

[...] os princípios do Desenho Universal se baseiam na pesquisa do cérebro e mídia para ajudar educadores a atingir todos os estudantes a partir da adoção de objetivos de aprendizagem adequados, escolhendo e desenvolvendo materiais e métodos eficientes, e desenvolvendo modos justos e acurados para avaliar o progresso dos estudantes. (CAST, 2012, p.1).

O Desenho Universal voltado para a aprendizagem (DUA) não é uma tecnologia direcionada apenas aos que dela necessitam e, sim, idealizado para todas as pessoas que participam do processo de ensino, de acordo com três princípios do Desenho Universal que vão ao encontro dos processos identificados nos princípios e nas diretrizes do DUA (CAST, 2011; UDL, 2014):



- Princípio I – Propiciar múltiplos meios de representação, que envolvem: a percepção, a linguagem e expressão, a compreensão, a matemática e símbolos.
- Princípio II – Possibilitar diferentes modos de ação e expressão, que abrangem: a função executiva, a expressão e comunicação e a atividade física.
- Princípio III – Favorecer diversas formas de engajamento que abarcam: a autoregulação, a persistência e o esforço e o recrutamento do interesse.

O Desenho Universal voltado para a Aprendizagem (DUA) implica uma mudança na forma de pensar a prática educacional, em como a informação é apresentada e no modo com que os estudantes expressam suas habilidades e conhecimentos. Sendo assim, o DUA constitui uma ferramenta que tem como finalidade ajustar-se às características dos portadores de necessidades especiais e para tal

[...] pressupõe a diversidade e o trabalho com identidade e diferença em sua constituição. [...] devendo ser contemplado na metodologia, processo de comunicação e material instrucional, elementos próprios dos princípios da diversidade, identidade e diferença, e não da homogeneidade e dos espaços homogeneizantes, esses últimos produtos de construção social. (CAMARGO, 2017, p. 3).

Dessa maneira,

[...] acredita-se que as diretrizes e princípios do DUA, que estão evidenciados nos estudos de distintos pesquisadores, (...) apresentam perspectivas que possibilitam minimizar as barreiras no percurso acadêmico de estudantes com e sem deficiência, não hierarquizando ou privilegiando um único modo de aprender e, com isso, criando ambientes de aprendizagem flexíveis para estudantes e docentes. (BOCK; GESSER; NUERNBERG, 2018, p. 145).

Além disso, o Desenho Universal pode ser utilizado em cada situação de modo diferente, de forma que contemple a todos os usuários, independentemente de sua escolarização ou do diagnóstico da Pessoa com Deficiência (PcD), pois as necessidades daqueles podem ser diferentes em cada etapa de sua escolarização.

Para a construção de materiais na concepção do DU, os recursos advindos da Expressão Gráfica agem como facilitadores, pois:

A Expressão Gráfica é um campo de estudo que utiliza elementos de desenho, imagens, modelos, materiais manipuláveis e recursos computacionais aplicados às diversas áreas do conhecimento, com a finalidade de apresentar, representar, exemplificar, aplicar, analisar, formalizar e visualizar conceitos. Dessa forma, a expressão gráfica pode auxiliar na solução de problemas, na transmissão de ideias, de concepções e de pontos de vista relacionados a tais conceitos. (GÓES, 2012, p. 53).

Com isso, se não for possível utilizar imagens bidimensionais, pode-se fazer uso de materiais concretos e maquetes, considerados nesse campo de estudos como imagens tridimensionais (GÓES; GÓES, 2018). Por sua vez, auxiliam na construção cognitiva dos estudantes, no desenvolvimento de habilidades/ competências matemáticas, por meio de vias alternativas, como é sugerido por Vygotsky (1997). Ainda, Góes e Góes (2018, p. 113) afirmam que:

[...] os materiais mais utilizados no processo de ensino e aprendizado da Matemática são o material dourado, o ábaco, a maquete, os jogos, o tangram, o disco de frações e a régua de frações, o geoplano, as obras de arte e os modelos de sólidos geométricos. (GÓES; GÓES, 2018, p.113).

Nesse sentido, as características do DU baseadas em CAST (2011) e Gabrilli (2016), quando se pensa na construção e/ou adaptação de materiais didáticos<sup>3</sup>, são:

- Uso igualitário: propor materiais didáticos ou adaptação de materiais que possam ser utilizados por usuários com capacidades diferentes;
- Flexibilidade de uso: projetar materiais ou adaptação de materiais que permitam atender às necessidades de estudantes com diferentes habilidades e preferências diversificadas, admitindo adequações e transformações; adaptabilidade às necessidades do estudante;

---

<sup>3</sup> São entendidos como diferentes recursos que estimulam os sistemas sensoriais do corpo humano, bem como ferramentas que auxiliam a construir o conhecimento matemático.

- Uso simples e intuitivo: deve ser de fácil compreensão e apreensão do objeto de estudo, independente da experiência do estudante, de seu grau de conhecimento, habilidade de linguagem ou nível de concentração; eliminar complexidades desnecessárias e ser coerente com as expectativas e cognição do estudante; disponibilizar as informações segundo a ordem gradativa de aprendizagem;
- Informações facilmente perceptíveis: utilizar diferentes meios de comunicação, como símbolos, informações sonoras, táteis, entre outras, para compreensão de estudantes com dificuldade de audição, visão ou cognição; disponibilizar formas e objetos de comunicação com contraste adequado; maximizar com clareza as informações essenciais; tornar fácil o uso do material didático;
- Tolerância ao erro e segurança: considerar a segurança na concepção e/ou adaptação de materiais a serem utilizados nas atividades pedagógicas, visando à aprendizagem.

Para que estudantes com deficiência visual sejam incluídos na sala de aula, defendemos a utilização de materiais na concepção do DU, a fim de propiciar aos estudantes uma oportunidade para superarem os obstáculos cognitivos que surgirem durante o processo de ensino e aprendizagem, favorecendo uma educação matemática inclusiva.

## 2.3 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA

A Matemática desenvolvida ao longo da história da humanidade está vinculada à interpretação do real e também ao próprio desenvolvimento do espírito humano. Seja nas atividades mais simples da vida cotidiana até as mais complexas elaborações de outras ciências, ou seja, a Matemática foi adquirindo características que possibilitam concebê-la como um campo de conhecimento com diversas faces: Ciência, Tecnologia, Linguagem e Filosofia. Sendo que o conhecimento matemático perpassa em mais de um desses aspectos.

Assim, uma educação Matemática Inclusiva orienta-se por uma concepção de diferença relacionada em “questionamentos de sua produção cultural e social, em sua mutabilidade constante, na sua valorização enquanto produtora de ambientes instigantes, participativos e desafiadores para todos os sujeitos” (KRANZ, 2017, p. [3]).

Segundo Kranz (2017), a educação Matemática Inclusiva viabiliza a apropriação do conhecimento matemático por todos e, nesse sentido, para que ocorra a inclusão dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem, faz-se necessário levar em consideração a equiparação de oportunidades para todos e para tal, “buscar metodologias que criem possibilidades reais e concretas de aprendizagem” (KRANZ, 2017, p. [6]).

É visível, ainda, no ambiente escolar, que o ensino inclusivo de acordo com esse pressuposto, não ocorre plenamente de fato. O que está ocorrendo é a inserção de estudantes com deficiências, sem a preocupação com suas necessidades específicas.

Dentre os muitos desafios que são encontrados para a consolidação do ensino da Matemática Inclusiva, estão na falta de infraestrutura, de condições de materiais para o trabalho pedagógico e, talvez o maior de todos esteja na falta de formação dos professores da Educação Básica para trabalhar com estudantes com Necessidades Educacionais Especiais (NEE), e isso se constitui em um sério problema.

Vygotski (1997, p. 72) indica que o sistema educacional, em relação aos estudantes NEE, “deve perder seu caráter especial e assim se converter em uma parte do trabalho educativo geral”.

Em face às orientações para uma educação inclusiva de qualidade para todos, cada vez mais implica um ensino adaptado às diferenças e as necessidades individuais, para tal os educadores necessitam estar habilitados a atuar de forma competente junto aos estudantes inseridos em vários níveis de estudo. Apesar de Freire (1993, p. 21) não falar sobre a educação especial, corrobora com a educação inclusiva, no que cabe ao educador o exercício de refletir sobre a sua práxis:

Na medida em que o compromisso não pode ser um ato passivo, mas práxis - ação e reflexão sobre a realidade -, inserção nela, ele implica indubitavelmente um conhecimento da realidade. Se o compromisso

só é válido quando está carregado de humanismo, este, por sua vez, só é consequente quando está fundado cientificamente. Envolve, portanto no compromisso do profissional, seja ele quem for, está a exigência de seu constante aperfeiçoamento, de superação do especialismo, que não é o mesmo que especialidade. O profissional deve ir ampliando seus conhecimentos em torno do homem, de sua forma de estar sendo no mundo, substituindo por uma visão crítica a visão ingênua da realidade, deformada pelos especialismos estreitos. (FREIRE, 1993, p. 21).

O Educador, na educação Matemática Inclusiva, precisa ser preparado para lidar com as diferenças, com a singularidade e a diversidade de todas as crianças e não como um modelo padronizado a todos os estudantes.

[...] cabe a ele, a partir de observações criteriosas, ajustar suas intervenções pedagógicas ao processo de aprendizagem dos diferentes alunos, de modo que lhes possibilite um ganho significativo do ponto de vista educacional, afetivo e sociocultural. (PRADO; FREIRE, 2001, p. 5).

Para Vygotsky (1997), algumas necessidades especiais, do ponto de vista fisiológico, são apenas a falta de possíveis vias de reflexos condicionantes, como a cegueira em que não afetam o processo cognitivo. Enfatiza ainda que a educação não pode ser diferenciada entre crianças “deficientes” e “normais”, pois os educandos especiais podem assimilar conhecimentos e desenvolver habilidades de forma semelhante aos estudantes com desenvolvimento típico. Para tal, considera de suma importância a utilização de metodologias variadas (métodos, procedimentos, técnicas, materiais) específicos que venham a colaborar com o processo de ensino e aprendizagem.

Beyer contribui com essa compreensão:

Por mais excelente que seja a atuação de qualquer professor, as melhores intenções e esforços pedagógicos não responderão as demandas específicas que determinados alunos apresentam em sua aprendizagem, por apresentarem, exatamente, necessidades educacionais especiais que só uma pedagogia diferenciada poderá atender. (BEYER, 2010, p. 62).

O professor deve utilizar o material didático a fim de propiciar aos estudantes uma oportunidade para superarem os obstáculos cognitivos que surgirem durante o processo de ensino e aprendizagem.

Por outro lado, o processo de ensino e aprendizagem não é uma simples transmissão de conhecimento e para o ensino de determinados conteúdos de matemática há a necessidade da utilização de materiais concretos manipuláveis.

Pestalozzi (1746-1827) foi o pioneiro em propor o uso de materiais manipuláveis no ensino e defende que “a educação deveria começar pela percepção de objetos concretos, com a realização de ações concretas e experimentações” (NACARATO, 2005, p. 1).

Para Januário (2008, p. 29-30), os materiais manipuláveis constituem uma variação dos materiais didáticos:

Materiais manipuláveis estáticos - aqueles de “não possibilitam modificações em suas formas, [...] apenas a observação”; como exemplos os “sólidos geométricos construídos em madeira ou cartolina”. Porém dentre os estáticos, há materiais que permitem uma participação mais ativa do aluno, “é o caso do ábaco, do material montessoriano [...], dos jogos de tabuleiro”;  
Materiais manipuláveis dinâmicos - aqueles que “permitindo transformações por continuidade, facilitam ao aluno a realização de redescobertas e a construção de uma efetiva aprendizagem”; são aqueles que o aluno, ao manipular, pode modificar suas formas, dando nova estrutura ao objeto. (JANUÁRIO, 2008, p. 29-30).

No início do século XX, inspirada em Pestalozzi, Maria Montessori (1870 - 1952), médica e educadora italiana, desenvolveu diversos materiais manipulativos com grande apelo ao visual, destinados à aprendizagem da matemática para crianças com dificuldades de aprendizagem. Entre eles estão o “material dourado”, os “triângulos construtores” e os “cubos para composição e decomposição de binômios, trinômios”.

De acordo com Fiorentini e Miorin (1990, p.4):

Estes materiais, com forte apelo a “percepção visual e tátil”, foram posteriormente estendidos para o ensino de classes normais. Acreditava não haver aprendizado sem ação: “Nada deve ser dado a criança, no campo da matemática, sem primeiro apresentar-se a ela uma situação concreta que a leve a agir, a pensar, a experimentar, a descobrir, e daí, a mergulhar na abstração”. (FIORENTINI; MIORIN, 1990, p. 4)

Desse modo, o ensino da Matemática por meio de materiais manipuláveis (objetos reais), que levam o estudante a tocar, sentir, manipular e movimentar, torna-se a representação de uma ideia. Portanto, prioriza um

“aprender significativo do qual o aluno participe raciocinando, compreendendo, reelaborando o saber historicamente produzido e superando, assim, sua visão ingênua, fragmentada e parcial da realidade” (FIORENTINI; MIORIN, 1990, p. 6).

Ferronato (2002, p. 41) afirma que a utilização de materiais manipuláveis é imprescindível no ensino para deficientes visuais, “haja vista que (eles) tem no concreto, no palpável, seu ponto de apoio para as abstrações”. O autor, afirma que essa prática vem promover a compreensão dos conteúdos de Matemática de uma forma mais eficaz para estudantes com deficiência visual.

O cego deve ter possibilidade de experimentar tantas quantas forem as situações que são e estão presentes no mundo, mas sempre levando em conta o fato de que ele é cego. (PORTO, 2005, p. 38).

De acordo com Cerqueira e Ferreira (2000, p.1) “Os materiais didáticos são de fundamental importância para a educação de deficientes visuais”, os recursos didáticos podem ser obtidos por uma das três seguintes formas: seleção - dentre os recursos utilizados pelos alunos de visão normal, muitos podem ser aproveitados para os alunos cegos tais como se apresentam; adaptação - há materiais que, mediante certas alterações, presta-se para o ensino de alunos cegos e de visão subnormal; e confecção - a elaboração de materiais simples, tanto quanto possível, deve ser feita com a participação do próprio aluno.

A fim de garantir a eficiência tanto na elaboração, adaptação, construção e utilização do material manipulável tátil para deficientes visuais, desenvolvido para esta pesquisa, tomamos como base os critérios estabelecidos pelos autores Cerqueira e Ferreira (2000) que são tamanho, significação tátil, aceitação, estimulação visual, fidelidade, facilidade de manuseio, resistência e segurança. As especificações de cada um desses critérios, segundo os autores são:

**Tamanho:** os materiais devem ser confeccionados ou selecionados em tamanho adequado às condições dos alunos. Materiais excessivamente pequenos não ressaltam detalhes de suas partes componentes ou perdem-se com facilidade. O exagero no tamanho pode prejudicar a apreensão da totalidade (visão global).

**Significação Tátil:** o material precisa possuir um relevo perceptível e, tanto quanto possível, constituir-se de diferentes texturas para melhor



destacar as partes componentes. Contrastes do tipo: liso/áspero, fino/espesso, permitem distinções adequadas.

**Aceitação:** o material não deve provocar rejeição ao manuseio, fato que ocorre com os que ferem ou irritam a pele, provocando reações de desagrado.

**Estimulação Visual:** o material deve ter cores fortes e contrastantes para melhor estimular a visão funcional do aluno deficiente visual.

**Fidelidade:** o material deve ter sua representação tão exata quanto possível do modelo original. Facilidade de Manuseio: os materiais devem ser simples e de manuseio fácil, proporcionando ao aluno uma prática utilização.

**Resistência:** os recursos didáticos devem ser confeccionados com materiais que não se estraguem com facilidade, considerando o frequente manuseio pelos alunos.

**Segurança:** os materiais não devem oferecer perigo para os educandos. (CERQUEIRA; FERREIRA, 2000, p. 3).

Ainda, a autora Kaleff (2016, p. 31) na fala sobre o DU se aproxima com essa concepção para o deficiente visual:

[...] a manipulação de um recurso concreto é imprescindível para que por meio do tato, perceba a forma, o tamanho, as texturas, etc., que vão determinar as características do elemento matemático modelado no recurso manipulativo. (KALEFF, 2016, p. 31).

Com isso, o estudante cego ao manipular um material didático concreto, constrói imagens mentais resultantes da percepção tátil. E ainda, Kaleff (2016, p. 60) destaca a importância do professor compreender a função didática de cada material utilizado

[...] frente às habilidades que estão envolvidas no processo mental do aluno e como essas habilidades estão interligadas com o surgimento de obstáculos cognitivos na construção dos conceitos e relações matemáticas. (KALEFF, 2016, p. 60).

No entanto para a efetiva inclusão em sala de aula, esses materiais devem ser concebidos na perspectiva do Desenho Universal. Para isto, o professor deve utilizar o material didático a fim de propiciar aos estudantes a oportunidade de superarem os obstáculos cognitivos que surjam durante o processo de ensino e aprendizagem. Além disso, o material adaptado para Deficientes Visuais em uma perspectiva para um ensino inclusivo não pode deixar de usar a simbologia Braille, a qual “foi proposta por Louis Braille na versão do Sistema editada em 1837. Nesta ocasião, foram apresentados

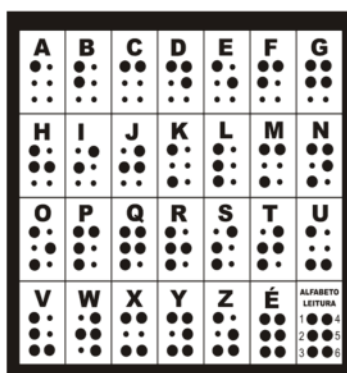
símbolos fundamentais para algoritmos e as convenções para a Aritmética e a Geometria” (BRASIL, 2006, p. 12), o que veio a ser utilizado por vários países.

No ano de 1994, a comissão brasileira de Braille, “pela orientação da União Brasileira de Cegos (UBC), estabeleceu estratégias para a implantação, em todo o território nacional, da nova simbologia matemática” (BRASIL, 2006, p. 15).

O Código Matemático Unificado (CMU) (BRASIL, 2006, p. 15) para a simbologia Braille, “oferece excelentes opções para a representação de símbolos do sistema comum”, o que se torna uma ferramenta indispensável para o ensino de Matemática aos estudantes com deficiência visual.

A escrita no Sistema Braille se apresenta em uma cela de seis pontos de forma simples, conforme FIGURA 1.

**FIGURA 1– ALFABETO BRAILLE**


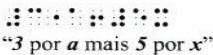
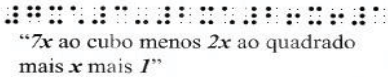
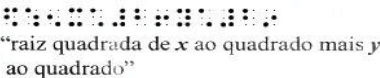
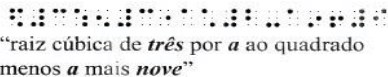
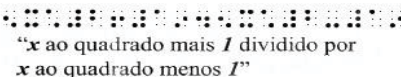
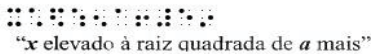


Disponível em: <https://www.alfabeto.net.br/alfabeto-Braille/>

Cabe ressaltar que na FIGURA 1, que este sistema, consta o arranjo de seis pontos em relevo, dispostos na vertical em duas colunas de três pontos cada, onde os pontos menores de cada cela são representados por espaços vazios.

O CMU apresenta orientações adequadas para a escrita Matemática em Braille, desde a simbologia matemática mais simples, expressões numéricas, raízes, potências, frações, expressões algébricas, às representações mais avançadas, como funções trigonométricas, derivadas e integrais (FIGURA 2).

FIGURA 2– EXPRESSÕES ALGÉBRICAS EM TINTA E BRAILLE

$3a$	 "3 por a"
$3a+5x$	 "3 por a mais 5 por x"
$7x^3-2x^2+x+1$	 "7x ao cubo menos 2x ao quadrado mais x mais 1"
$\sqrt{x^2 + y^2}$	 "raiz quadrada de x ao quadrado mais y ao quadrado"
$\sqrt[3]{3a^2 - a} + 9$	 "raiz cúbica de três por a ao quadrado menos a mais nove"
$\frac{x^2 + 1}{x^2 - 1}$	 "x ao quadrado mais 1 dividido por x ao quadrado menos 1"
$x^{\sqrt{a+5}}$	 "x elevado à raiz quadrada de a mais"

Fonte: Código Matemático Unificado (BRASIL, 2006, p.50-51)

Dentre as áreas da Matemática a mais abstrata é a álgebra, que por sua vez é considerada um dos campos fundamentais desta ciência, além de ter uma linguagem específica rígida e formal, favorece a resolução de problemas em diferentes contextos. Com a álgebra é possível modelar situações conflitantes, operar com símbolos e realizar generalizações, fazendo com que os estudantes tenham a compreensão dos seus conceitos.

O que corrobora com Santos (2005 apud NACARATO, 2017, p. 46):

A linguagem escrita nas aulas de Matemática atua como mediadora, integrando experiências individuais e coletivas na busca da construção e apropriação dos conceitos abstratos estudados. (SANTOS, 2005, p. 129).

Assim, a proposta desta pesquisa é verificar a utilização de um material manipulável tátil na perspectiva do DU, para a área visual que

objetivou verificar a pertinência e a aplicabilidade dos itens (CAST, 2012): do uso igualitário (usuários com capacidades diferentes), a flexibilidade do uso para atender as necessidades dos estudantes com diferentes habilidades; se o material era simples e intuitivo (de fácil compreensão e apreensão do espaço); se constam informações fáceis e perceptíveis como, por exemplo, símbolos e textura, bem como, a segurança na concepção e/ou adaptação de materiais durante a aplicação.

Ainda, pretende-se verificar se o material manipulável tátil promoveu a aprendizagem, a linguagem, a interação, o pensamento e as mediações, a fim de que os estudantes compreendam o que, a princípio parece ser abstrato; também, analisar a percepção da professora regente quanto ao uso das placas algébricas e sua formação continuada.

Neste contexto, a próxima seção apresenta informações sobre o ensino da álgebra, baseado em documentos educacionais oficiais: do estado do Paraná, local em que esta pesquisa se realizada; e os nacionais.

## 2.4 ENSINO DA ÁLGEBRA

No sistema educacional brasileiro o ensino da Álgebra sofreu influências das produções didáticas e europeias do século XVIII. A álgebra e os números começaram a fazer parte do conhecimento escolar, através de aulas das matérias de Aritmética e Álgebra (FIRENTINI; MIORIN; MIGUEL, 1993, p.78).

A álgebra surgiu da necessidade do homem há milênios,

“[...] por povos antigos, como os mesopotâmios e os egípcios. À princípio, estudava a resolução de problemas que envolviam quantidades desconhecidas”. [...] embora a álgebra, tenha sido criada na antiguidade, a palavra álgebra foi usada para denominar esse campo de estudo muito tempo depois. Essa palavra deriva da expressão árabe al-jabr (reunir), usada no título do livro Hisad al-jabr w'al-mugabalah( ou a Arte de reunir desconhecidos para igualar uma quantidade desconhecida) escrita por volta do ano 825 por Al – Kahwarizmi. [...] A partir do século XI, quando a obra de Al-Khwarizmi foi traduzida para o latim, o estudo das equações com uma ou mais incógnitas passou a ser chamado de Álgebra na Europa. (DANTE, 2015, p.144).

De acordo com a Diretriz Curricular Estadual do estado do Paraná “O ensino da Matemática foi desdobrado em aritmética, geometria, álgebra e trigonometria, no final do século XVI ao início do século XIX” (PARANÁ, 2008a, p. 40).

No que se refere à disciplina de Matemática, a DCE enfatiza: é necessário que o processo pedagógico em Matemática haja articulação entre a álgebra e os números, e o ensino contribua para que o estudante tenha condições de compreender o conceito de incógnita; realizar a escrita de uma situação problema na linguagem matemática; reconhecer e resolver equações numéricas e algébricas; diferenciar e realizar operações com monômios, binômios, trinômios e polinômios. A fim de constatar regularidades, generalizações e apropriação de linguagem adequada para descrever e interpretar problemas de outras áreas do conhecimento (PARANÁ, 2008a, p. 51-52).

Embora nos anos iniciais já se possa desenvolver uma pré-álgebra, é especialmente nas séries finais do ensino fundamental em que os trabalhos algébricos serão ampliados ao ser trabalhados com situações-problema, o estudante reconhecerá diferentes funções da álgebra (como modelizar, resolver problemas aritmeticamente insolúveis, demonstrar), representando problemas por meio de equações (identificando parâmetros, variáveis e relações e tomando contato com fórmulas, equações, variáveis e incógnitas) e conhecendo a “sintaxe” (regras para resolução) de uma equação (PARANÁ, 2008b, p. 50-51).

De acordo com a LDB de 1996 (BRASIL, 1996), o currículo contribui para a preparação do aluno no prosseguimento de seus estudos, propiciando a ele “[...] buscar e gerar informação usá-la para solucionar problemas concretos na produção de bens e na gestão ou prestação de serviços [...]”.

Após a implementação da Lei nº 9.394/1996 de diretrizes e Bases da Educação Nacional, foram elaborados diferentes documentos que demonstram a preocupação com o ensino significativo, dentre eles, destacam-se os Parâmetros curriculares Nacionais (PCNs), os Parâmetros Curriculares do Ensino Médio (PCNEM) e as Orientações Curriculares do Ensino Médio (OCEM), que servem como ponto de partida para o ensino da Matemática de modo que essa ciência venha a promover, dentre outras habilidades,

autonomia e reflexão aos educandos, preparando-os para uma vida em sociedade.

Em face disso o ensino de Álgebra precisa ser utilizado como uma ferramenta na resolução de problemas em diferentes áreas do conhecimento, realizando representações de números desconhecidos por meio de letras. Com isso há, generalizações e a construção de modelos matemáticos para explicar a realidade possibilitando ao estudante realizar previsões, análises, representações gráficas, bem como, a formalizar conceitos e modelar situações.

Para modelar situações, construir ideias ou formalizar conceitos faz-se necessário buscar metodologias de ensino para que venham contribuir com a construção do conhecimento matemático. Embora existam avanços tecnológicos e investigação científica voltada à deficiência visual, estes ainda caminham a passos largos, no âmbito da busca por inovação.

O que corrobora com a lei brasileira da inclusão nº 13.146 que em seu capítulo IV trata do direito à Educação (artigo 28, parágrafo VI) “que recomenda pesquisas voltadas para o desenvolvimento de novos métodos e técnicas pedagógicas, de materiais didáticos, de equipamentos e de recursos de tecnologia assistiva” (BRASIL, 2015), para pessoas caracterizadas como deficientes.

A BNCC (BRASIL, 2018) apresenta a Álgebra como uma unidade temática que possui

[...] como finalidade o desenvolvimento de um tipo especial de pensamento – pensamento algébrico – que é essencial para utilizar modelos matemáticos na compreensão, representação e análise de relações quantitativas de grandezas e, também, de situações e estruturas matemáticas, fazendo uso de letras e outros símbolos. Para esse desenvolvimento, é necessário que os alunos identifiquem regularidades e padrões de sequências numéricas e não numéricas, estabeleçam leis matemáticas que expressem a relação de interdependência entre grandezas em diferentes contextos, bem como criar, interpretar e transitar entre as diversas representações gráficas e simbólicas, para resolver problemas por meio de equações e inequações, com compreensão dos procedimentos utilizados. (BRASIL 2018, p. 264).

Desse modo, é essencial que algumas dimensões do trabalho com a álgebra estejam presentes nas séries finais do Ensino Fundamental e pretende-se que os estudantes compreendam

[...] os diferentes significados das variáveis numéricas em uma expressão, estabelecer uma generalização de uma propriedade, investigar a regularidade de uma sequência numérica, indicar um valor desconhecido em uma sentença algébrica e estabelecer a variação entre duas grandezas. (BRASIL, 2018, p. 264).

Para que os estudantes sejam capazes de estabelecer conexões entre o cotidiano e as demais áreas do conhecimento a BNCC (2018) afirma o que o estudante precisa desenvolver para que o conhecimento matemático seja uma ferramenta para ler, compreender e transformar a realidade.

Quando o ensino está voltado para a inclusão de Deficientes visuais nas salas de aula, a compreensão de como o conhecimento se constrói mediante diferentes materiais didáticos que estimulam os sistemas sensoriais do corpo humano, bem como tais ferramentas auxiliam a constituir o conhecimento matemático.

Lorenzato (2010, p. 17) enfatiza o ensino pelo material didático tátil (material concreto), do ver através das mãos, quando diz que as “palavras não alcançam o mesmo efeito que conseguem os objetos ou imagens, estáticos ou em movimento. Palavras auxiliam, mas não são suficientes para ensinar”. Expressa que o ato de tocar faz parte da natureza humana, e a utilização do material concreto acaba trazendo uma obrigatoriedade do ato de ver com as mãos.

Esse material didático manipulável tátil oferece uma percepção mais imediata, para o estudante com Deficiência visual, a exploração material de objetos – no caso, o tato – Coimbra (2003) exemplifica que

[...] a mão do cego é a extensão da sua visão, sai o tato ter um sentido especial na sua autonomia e independência [...]. Nesse caso a escola estimulará esse sentido tátil, criando um ambiente que possa desenvolver a noção espacial [...]. (COIMBRA, 2003, p.233).

Para que estudantes DV sejam incluídos na sala de aula, defendemos a utilização de materiais na concepção do desenho universal, uma vez que esses materiais são utilizados por todos.

Nessa busca de verificar como estão sendo desenhados os materiais didáticos no processo de ensino e aprendizagem de Matemática Inclusiva, a próxima subseção apresenta a revisão de literatura que procura responder tal questionamento.

## 2.5 REVISÃO DA LITERATURA – PERÍODO 2013 A 2018

Essa subseção apresenta a investigação sobre as produções científicas presentes no Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no período de 2013 a 2018. Cabe ressaltar que parte das análises aqui apresentadas foi publicada em Conte e Góes (2018).

Nessas produções buscaram-se verificar os temas abordados, os procedimentos teóricos e metodológicos, os materiais elaborados e/ ou adaptados na concepção do Desenho Universal, bem como os locais e os sujeitos mais pesquisados. Importante destacar que tais verificações buscam responder a duas questões principais:

- Qual o quantitativo de pesquisas acadêmicas voltadas para a inclusão na Matemática?
- De que tratam as pesquisas na educação especial e/ou educação inclusiva, na área de matemática, para deficiência visual?

Em relação às pesquisas na área de Matemática, há as seguintes indagações:

- Quais dessas pesquisas desenvolvem recursos: materiais didáticos, materiais manipuláveis, materiais táteis ou *softwares* para o processo de ensino e aprendizagem na disciplina de Matemática?
- Quais desses materiais são desenvolvidos na concepção do Desenho Universal?



Para responder a esses questionamentos foi realizada uma busca da produção científica disponibilizada no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. Para verificar a atualidade das pesquisas determinou-se o período histórico 2013 a 2018. Ainda, buscou-se identificar o trabalho pioneiro para os descritores “educação especial” e “educação inclusiva”, antes de proceder a uma análise dos trabalhos do período de nossa delimitação.

Ao se utilizar o descritor “educação especial”, verifica-se que o trabalho pioneiro (BERNARDI, 1980) é realizado na Universidade Federal de Santa Maria. Entretanto, a pesquisa de Bernardi (1980) não se encontra disponível na base da Capes e tampouco foi encontrada no site do programa de pós-graduação em que foi realizado, ou sequer em algum site da Internet. Já com o descritor “educação inclusiva”, a pesquisa mais antiga indicada pela base da CAPES é a de Kauss (2013), realizada no Mestrado em Humanidades, Culturas e Artes da Universidade do Grande Rio. Por ser mais recente que a pesquisa de Bernardi (1980), foi possível acessar a pesquisa de Kauss (2013) e algumas considerações são: a pesquisa trata das representações sociais do profissional da educação em processo de formação no curso de Pedagogia em relação à Educação Inclusiva. Ainda, o autor observa que a problemática de alguns trabalhos e discursos destaca a relevância do preparo dos professores para a práxis inclusiva e apontam como instrumento de viabilização, as mudanças da lei. Como resultado, o autor indica que a pesquisa reforça a necessidade de cautela para se pensar a formação docente para a educação inclusiva pela análise de afirmativas apresentadas por graduandos de Pedagogia.

Passando para busca no período indicado, foram realizados seis procedimentos, cada um deles contendo três descritores com a finalidade da base retornar pesquisas aderentes ao tema deste trabalho. Assim, o Quadro 01 apresenta os descritores utilizados em cada busca na e o quantitativo de pesquisas retornadas pela base da CAPES.

**QUADRO 01– DESCRITORES DE BUSCA**

Busca	Descritores	Quantidade
01	Educação Especial, Matemática, Deficiência visual	21
02	Educação Especial, Matemática, Cego	11

03	Educação Especial, Matemática, Baixa visão	4
04	Educação Inclusiva, Matemática, Deficiência visual	42
05	Educação Inclusiva, Matemática, Cegos	19
06	Educação Inclusiva, Matemática, Baixa visão	7

Fonte: CAPES – adaptado pela autora, 2019.

O corte temporal de 2013 a 2018 teve a intenção de verificar na base de dados da CAPES o que há de publicações recentes. Para tal fizemos um levantamento, das pesquisas que vislumbrem materiais didáticos manipuláveis e adaptações na concepção do Desenho Universal, voltado para a inclusão de Deficientes Visuais na escola regular.

A primeira questão a ser analisada é qual o quantitativo de pesquisas acadêmicas voltadas para a inclusão na Matemática?

Encontramos 104 pesquisas após seis buscas (QUADRO 01) que tratam de políticas públicas para a inclusão de pessoas com necessidades especiais de vários tipos sejam motoras, sensoriais ou psicológicas; recursos didáticos – suporte para o ensino de Ciências, Biologia, Química, Desenho e Estatística; gestão de processos educacionais e atendimento educacional especializado. Tais dados foram observados mediante a leitura flutuante dos títulos dessas produções.

Na sequência foi realizada uma nova busca no corpo do texto da pesquisa com os seguintes termos com a finalidade de identificar as pesquisas mais aderentes a presente pesquisa: “materiais didáticos” ou “material didático”; “materiais de apoio” ou “material de apoio”; “construções de materiais” ou “construção de materiais” ou “construções de material” ou “construção de material”; “adaptações de materiais” ou “adaptação de materiais” ou “adaptação de material”.

Foram excluídas as pesquisas que não estavam relacionadas à educação inclusiva na Matemática. Dessa forma foram selecionadas 19 pesquisas, sendo que destas 5 pesquisas apareciam repetidamente em ambos descritores, assim sendo excluídas. A saber: Costa 2013; Barreto, 2013; Oliveira, 2016a; Pinho, 2016; Luiz, 2018. Portanto, a partir deste total foram selecionadas 14 pesquisas que contemplam a área da educação inclusiva para a Matemática.

No Quadro 02 apresentamos as pesquisas que serão analisadas e que convergem para responder os questionamentos elencados como base para a busca de dados. Assim, procuramos responder nosso segundo questionamento: De que tratam as pesquisas na educação especial e/ou educação inclusiva, na área de matemática, para deficiência visual?

**QUADRO 02 – SÍNTESE DOS TRABALHOS ANALISADOS**

<b>AUTOR</b>	<b>SÍNTESE</b>
BARRETO (2013)	Com materiais táteis (películas de policloreto de vinila (PVC) em alto relevo, no ensino de função polinomial do 1º grau para alunos cegos, utilizando-se material adaptado do 3º ano do EM. Percebeu-se que o uso de materiais táteis permite que o aluno cego compreenda o formato de imagens e obtenha informações importantes as quais influenciarão no processo de internalização.
COSTA (2013)	Empregou-se a utilização de diferentes materiais tais como: bolinhas de gude e de isopor; massa de modelar; escala cusinaire; círculo de frações adaptado. o estudo teve sucesso no emprego de recursos táteis no ensino de frações para adolescentes com ou sem deficiência visual, partindo-se da estimulação tátil e oral.
SILVA (2013)	Por meio de materiais em madeira para encaixes de sólidos geométricos; EVA para encaixes de peças retangulares para reflexão de ângulos. Verificou-se, que além da motivação que um recurso didático traz a um aluno com NEE. Os materiais foram eficazes para que o aluno pudesse perceber as conexões existentes entre as propriedades das figuras nas geometrias plana e espacial.
MELO (2014)	Aplicou-se atividades, para se construir conceitos básicos da trigonometria, com a utilização do Multiplano. Houve ganho significativo na conceituação de plano cartesiano, Trigonometria, entre outros; a partir de um material adaptado às necessidades de portadores de alguma deficiência visual, bem como a melhora auto estima do estudante.
SILVA (2015a)	Utilizam-se diferentes materiais para o ensino de ângulos, semelhança e poliedros; soroban; transferidor adaptado; triângulos com marcações em relevo para medida dos lados, sólidos geométricos em madeira, poliedros regulares de papel cartão. As experiências em sala de aulas foram muito ricas ao perceber a capacidade de abstração imaginação dos educandos com deficiência visual.
SILVA (2015b)	Materiais adaptados, em termoform; em EVA; blocos lógicos; figuras em relevo; multiplano; multiplano em formato termoform; geoplano; sólidos geométricos; lupa de aumento; régua de aumento; figuras feitas em papel; quebra cabeça em relevo; materiais feitos palitos de madeira e bolas de isopor; palitos de madeira e elástico; geoplano de pregos; material manipulável; faixa sequência de figuras geométricas em madeira. Observou-se a importância do uso de material manipulável para a educação matemática. A base para essa defesa é a construção a partir da perspectiva do desenho universal.
SOUZA, (2015)	Enfatizam-se os recursos pedagógicos aplicados a deficiência visual, atrelados com uma sequência didática para a utilização do multiplano propiciando uma oportunidade concreta de visualização e representação, para ensino de função do 1º grau.
MORAES (2016)	Utilizou-se tecnologia assistiva para o estudo de ângulos, incentivando a escrita e a leitura em braile. A utilização do transferidor T360A atendeu na condição de cegueira, o qual

	passará por adaptações futuras a fim de contribuir de forma eficaz para inclusão de deficientes visuais.
OLIVEIRA (2016b)	Em sala de recursos, utilizou: soroban, geoplano; multiplano; software de leitor de tela Dosvox; sólidos geométricos; entre outros. Após coleta de dados percebeu-se que o processo de inclusão nas escolas precisa ser reestruturado, pois o professor não possui formação adequada para lidar com esse tipo de aluno.
PINHO (2016)	Realizou adaptação e criação de materiais com enquadramento dos temas (origami em interface com matemática; o Soroban e a calculadora com sintetizador de voz; atividades lúdicas de Matemática, para cegos; desenho e figuras planas utilizando elástico e Pipas e a Matemática) e a utilização do jogavox9 que é um <i>software</i> para jogos educacionais. Constatou-se que o deficiente visual tem necessidade principalmente em geometria do respaldo na habilidade tátil.
MOREIRA (2017)	A utilização de materiais didáticos como suporte para o processo de ensino aprendizagem para alunos com cegueira entre eles: cubarítmio; sorobã; geoplano; jogos cognitivos; jogos de sólidos. Apresentando um livro didático com desenhos em alto relevo e em braile como recurso didático.
LUIZ (2018)	O uso de materiais táteis sobre o Teorema de Pitágoras para alunos do 1º ano do Ensino Médio com deficiência visual, utilizando figuras representativas de polígonos e de instrumentos adaptados para medição e comparação de ângulos. A adaptação curricular contribuiu para uma inclusão que prima pelo processo de ensino e aprendizagem.
RODRIGUES (2018)	Construção de um material didático adaptado para deficientes visuais para o ensino de simetria. Destacou-se a interação entre aluna e o professor pesquisador, que proporcionou a discente a busca da sistematização, abstração e generalização ampla dos aspectos que envolvem a simetria.
SILVA (2018a)	Análise e utilização de um material manipulável destinado ao ensino de poliedros. Os participantes consideraram o material adequado para o ensino de estudantes cegos e comentaram sobre o relevo, textura, flexibilidade e resistência do material.

Fonte: autora, 2019

Todas as 14 pesquisas analisadas tratam de recursos didáticos metodológicos voltados para o ensino inclusivo de deficientes visuais, por meios de metodologias diferenciadas.

O trabalho de Costa (2013) busca por meio um método experimental investigar as condições de ensino usando material tátil e linguagem por meio de instruções, explicações e questionamentos. Dois deles possuem maior enfoque no processo de ensino e aprendizagem, para tanto, pesquisar materiais pedagógicos de Matemática, aplicar e avaliar tais instrumentos nos sujeitos pesquisados estudantes cegos (SILVA, 2013; SILVA, 2015a; PINHO, 2016). Quatro deles oportunizam situações de ensino e aprendizagem, tanto para professor quanto para o estudante, apresentam sugestões de atividades orientadas ou sequências didáticas para a implementação de materiais ou

técnicas de ensino (BARRETO, 2013; MELO, 2014; SOUZA, 2015; SILVA, 2015b). Os trabalhos de Silva (2015b) e Moraes (2016) que buscam contribuir com experiências vivencias em sua prática docente, onde utiliza recursos da Tecnologia Assistiva, voltado para o ensino inclusivo na matemática. E por fim, os trabalhos de Oliveira, 2016b; Rodrigues, 2018; Silva, 2018a; Luiz, 2018 que comprovaram que as utilizações de materiais didáticos voltados para o ensino inclusivo favorecem o processo de ensino e aprendizagem, propiciando a interação entre estudante-professor, a socialização e a construção de significados que emergem a partir desse recurso, atendendo a necessidade educacional especial, contribuindo para o processo da inclusão.

Para isso nota-se que na maioria das pesquisas empíricas, selecionadas as metodologias empregadas apresenta um misto entre abordagens qualitativas, experimental, estudo de caso, colaborativa e pesquisa-ação, uma vez que os aspectos subjetivos estavam presentes em suas avaliações.

Por meio da terceira questão conforme Quadro 02, procuramos identificar o que tratam as pesquisas de educação especial e/ou educação inclusiva na área de matemática para a deficiência visual. Esses trabalhos relatam o uso de materiais como multiplano (MELO, 2014; SOUZA, 2015; SILVA, 2013; SILVA, 2015a; SILVA, 2015b; OLIVEIRA, 2016b), soroban (SILVA, 2015a; SILVA, 2015b; PINHO, 2016; OLIVEIRA, 2016b; MOREIRA, 2017), transferidor adaptado para o ensino de ângulos (SILVA, 2015a; MORAES, 2016; OLIVEIRA, 2016b), calculadora com sintetizador de voz; softwares, maleta Braille, sólidos geométricos e também produções independentes de docentes que buscam adaptar os materiais para que os alunos possam participar das aulas juntamente com o restante da turma (PINHO, 2016; SILVA, 2015b). A Construção e/ou adaptação de materiais manipuláveis táteis ou não, como recursos pedagógicos com a finalidade em auxiliar o processo de ensino e aprendizagem (BARRETO, 2013; COSTA, 2013; MELO, 2014; SOUZA, 2015; SILVA, 2015b; OLIVEIRA, 2016b; MORAES, 2016; LUIZ, 2018; SILVA, 2018a; RODRIGUES, 2018).

Durante a análise das pesquisas, buscamos evidenciar os trabalhos que desenvolvem recursos tecnológicos: materiais didáticos, materiais manipuláveis, materiais táteis ou *softwares* para o processo de ensino e

aprendizagem na disciplina de Matemática, que visem a uma educação para todos. Entretanto, dos trabalhos analisados, temos apenas os de Barreto (2013) e Silva (2015b) fazem uso de um duplicador Braille Thermoform Ez-Form, para a elaboração de atividades que usem em conjunto de materiais manipuláveis táteis.

De um modo geral, os trabalhos analisados fazem adaptações de materiais conforme o tema a ser estudado ou utilizam o multiplano, o soroban, *softwares* para jogos educacionais como recursos de ensino. Os resultados destas análises evidenciam que o uso de materiais concretos e manipuláveis em sala de aula torna o ensino dos conteúdos da Matemática mais prazeroso para o estudante além de oportunizar uma maior integração entre todos os estudantes, incluindo aqueles que apresentam alguma deficiência.

Em busca de se verificarem quais desses materiais são desenvolvidos na concepção do Desenho Universal, evidenciamos por meio do descritor DU, que nenhum dos trabalhos analisados desenvolveu materiais à luz de tal concepção. O estudo que mais se aproximou por pesquisar e adaptar materiais nessa concepção foram os trabalhos de Silva (2015b) e Pinho (2016). Silva (2015b) buscou explorar possibilidades e novos conhecimentos, a fim de tornar os materiais acessíveis para cegos e para qualquer pessoa através de recursos da Tecnologia Assistiva, a qual apresenta alguns métodos de construção através da ajuda do próprio estudante, conhecido como *design* social. Já Pinho (2016) utiliza recursos didáticos como origami, calculadora com sintetizador de voz, multiplano, placa geométrica, pipas e soroban, recursos esses criados e adaptados para oficinas que foram realizadas pensadas num ensino voltado para a inclusão.

Nessa análise, observou-se grande carência de trabalhos que relacionem construção de material didático e/ou adaptação de materiais e/ou material de apoio com a Matemática, na concepção do Desenho Universal.

Ainda, destacam-se quatro aspectos da referida proposta de pesquisa:

Na maioria dos trabalhos apresentados na literatura, a descrição possui como foco a prática docente no contexto da educação inclusiva e como meios recursos metodológicos, a construção/adaptação de materiais, para promoção do processo de ensino voltado à uma educação de qualidade.

Dessa forma, a presente dissertação propõe discutir aspectos relativos a utilização do material adaptado na concepção DU como a manipulação, socialização e interação entre estudante-estudante e estudante-professor.

Dito isto, a próxima seção apresenta o encaminhamento metodológico da pesquisa.

### **3 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA**

Nesta seção são descritos os procedimentos metodológicos desenvolvidos na execução desta pesquisa cujo objeto é analisar a utilização de um material manipulável tátil concebido no Desenho Universal para a área visual.

Para isso, essa pesquisa visa discutir os aspectos relativos ao uso do Material manipulável tátil na concepção do Desenho Universal (DU), como a manipulação, socialização e interação entre estudante-estudante e estudante-professor contribuindo, assim, para uma Educação Matemática Inclusiva na área visual.

Inicialmente, discorreremos sobre a escolha da abordagem qualitativa para o desenvolvimento do estudo. Posteriormente, caracterizamos o ambiente e o objeto de estudo, caracterizando as etapas constituidoras para a execução da produção e tratamento de análise dos dados no sentido de contemplar os instrumentos metodológicos adotados em nosso trabalho. Desta forma, apresentamos, a seguir, como foram desenvolvidas as atividades e procedimentos da pesquisa.

#### **3.1 DELIMITANDO A ABORDAGEM DA PESQUISA**

Esta pesquisa é de abordagem qualitativa, buscando investigar as contribuições do Material manipulável tátil, no processo de ensino e aprendizagem no contexto da inclusão, a partir da experiência como pesquisadora-observadora por meio do acompanhamento de procedimentos didático-pedagógicos os quais ancoram toda ação pedagógica. De acordo com Amaro (2009) esses são



[...] ações/atividades/comportamentos/formas de se organizar e acionar a movimentação da construção do saber, do processo de aprendizado. Eles são articulados e organizados em função dos princípios de educação e das finalidades estabelecidas pela articulação de necessidades/possibilidades/contexto temporal, espacial, cognitivo, afetivo, cultural, social, político, vivido pelos sujeitos envolvidos. (AMARO, 2009, p. 49).

Os procedimentos elaborados têm por finalidade auxiliar o processo de ensino e aprendizagem. Para tal, visam investigar a integração do material manipulável tátil (placas algébricas), com a intenção de auxiliar o estudante a incorporar de forma ativa, compreensiva e construtiva o conhecimento de Álgebra no 8º ano do Ensino Fundamental.

Nesse sentido concordamos com Denzin e Lincoln (2006, p.3), que afirmam que “a pesquisa qualitativa é uma atividade que localiza o observador no mundo e consiste em um conjunto de práticas materiais interpretativas, que tornam o mundo visível”.

Em concordância com Lüdke e André (2013, p. 14), a pesquisa qualitativa “envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto”. O que corrobora com Demo (2012, p. 16) quando afirma que a

[...] pesquisa é processo que deve aparecer em todo processo educativo, como princípio educativo que é na base de qualquer proposta emancipatória. Se educar é sobretudo motivar a criatividade do próprio educando, para que surja um novo mestre, jamais o discípulo, a atitude de pesquisa é parte intrínseca. (DEMO, 2012, p 16).

Tendo em vista a relevância da pesquisa como princípio educativo, nos termos apontados por Demo (2012), neste abordamos os objetivos e a natureza da pesquisa.

De acordo com Vygotsky (1997), estudantes portadores de necessidades especiais necessitam aprender os conteúdos ministrados com mesmo grau de exigência dos demais estudantes. Assim, a presente pesquisa adaptou um material didático tátil na concepção do Desenho Universal – área visual - e, em conjunto, uma sequência didático-pedagógica, com o intuito de que os estudantes compreendam o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo Álgebra. Com isso, valorizam-se as estratégias utilizadas, mais do



que os resultados obtidos. Isso corrobora com Usiskin (1995), com relação ao ensino da álgebra no 8º ano, que se caracteriza:

[...] como um estudo de procedimentos para resolver certos tipos de situações matemáticas. Nesta concepção, amplia-se a transposição da linguagem usual para a linguagem matemática, e particularmente para a linguagem algébrica, e se busca avançar na resolução de situações utilizando os procedimentos matemáticos na simplificação de problemas de aplicação. (USISKIN, 1995, p. 13).

O tipo de estudo escolhido é classificado como pesquisa de intervenção em Educação que de acordo com Damiani e outros (2013, p.58)

[...] são investigações que envolvem o planejamento e a implementação de interferências (mudanças, inovações) – destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam – e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências. (DAMIANI et al., 2013, p. 58).

Assim, o processo de investigação abordado nessa dissertação baseia-se na intervenção em educação “forma de pesquisa feita pelo prático, adaptada às exigências (formais) de trabalhos acadêmicos” (DAMIANI et. al., 2013, p. 463).

### 3.1.1 Panorama geral da pesquisa

A presente pesquisa de acordo com o projeto foi desenvolvida em dois três momentos: Encontro dos pesquisadores com a professora regente a fim de levantar aspectos relativos ao ensino da álgebra para um estudante com deficiência visual e os meios de como realizar a inclusão do estudante. No segundo momento a fase exploratória e de construção do material pelos pesquisadores, que ocorreu no 1º semestre do ano de 2017. Finalmente, a pesquisa aconteceu durante o 2º semestre do ano de 2017 e intitulamos de fase de aplicação do material didático manipulável tátil.

A pesquisa iniciou com o levantamento de dados por meio da revisão de literatura, com o intuito de buscar meios para sanar a problematização da sala de aula após uma visita ao estabelecimento de ensino na rede Estadual do Paraná, no Município de Curitiba, a fim de levantar as necessidades dos

professores com relação aos materiais didáticos voltados para o ensino inclusivo de Matemática.

O primeiro contato dos pesquisadores foi com a professora da sala de recursos multifuncional, a qual havia solicitado junto à universidade materiais adaptados para o ensino de Matemática. Neste momento, os pesquisadores foram até a escola para fazer o levantamento dos materiais didáticos, recursos tecnológicos que a sala contempla e na sequência nos foi apresentado a professora do 8º ano do Ensino Fundamental.

Essa docente se encontrava em um grande desafio, o de ensinar as operações algébricas para um aluno com deficiência visual e, ainda, suprir lacunas, no processo de ensino e aprendizagem do mesmo conteúdo para todos os estudantes. A partir deste momento, foram analisados primeiramente os documentos: Projeto Político Pedagógico, Regimento Escolar da Instituição e planejamento anual da série estudada, na qual ocorrerá a pesquisa.

Na sequência, reuniram-se os pesquisadores e a professora regente para estabelecer a organização dos conteúdos a serem estudados, de acordo com a necessidade, estabelecendo-se a metodologia e a organização do trabalho.

Sendo assim, a pesquisa assume um caráter aplicado, que por sua vez é também entendida como “pesquisa no mundo real” (ROBSON, 1995, p. 2), porque é realizada na ação do pesquisador, gerada na prática pedagógica, com a intenção “subsidiar tomadas de decisões acerca de mudanças em práticas educacionais, promover melhorias em sistemas de ensino já existentes, ou avaliar inovações” (DAMIANI et al., 2013. p.58).

Dessa forma os instrumentos de coleta de dados utilizados neste trabalho são o questionário geral, avaliação prévia dos conteúdos curriculares previstos na pesquisa, aplicação da sequência de atividades didático-pedagógica, por intermédio do professor regente dos estudantes e a implementação da sequência e reaplicação da avaliação, com intervenções da pesquisadora.

Cabe ressaltar que essa pesquisa foi submetida à apreciação do comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal do Paraná e aprovado de acordo previsto na Resolução nº 466/2012 (CNS) pelo fato de envolver

estudantes e colégios da rede pública de Educação, sendo também autorizada pela superintendência da Secretaria Estadual de Educação do Paraná.

As observações da pesquisadora em relação aos estudantes ao longo das aulas foram utilizadas o registro audiovisual e diário de campo, do comportamento dos estudantes, dos comentários orais, de suas expressões faciais e corporais.

A fase exploratória e de construção/ adaptação do material didático foi o momento em que a pesquisadora usou para aproximação primeiramente da professora regente a fim de traçar o seu perfil e levantar qual (is) a(s) dificuldade(s) em relação a inclusão de um aluno com deficiência visual e de que modo poderíamos auxiliar no processo de ensino e aprendizagem.

Neste momento a professora regente relata que a sua maior dificuldade era de se trabalhar as operações com polinômios em uma turma com um estudante com deficiência visual. Ainda, neste momento fomos até a sala de recursos e fizemos o levantamento dos materiais existentes.

A seguir a pesquisadora aplicou uma avaliação diagnóstica em duas turmas do 8º ano para todos os estudantes a fim de se levantar dados sobre os conhecimentos prévios de conceitos de álgebra, em específico o de operações com polinômios no processo de inclusão do estudante com deficiência visual nas aulas de Matemática.

A partir desse momento, retiramos as primeiras ideias para a construção de um material didático manipulável tátil adaptado na perspectiva do Desenho Universal, bem como o preparo da professora regente com relação às atividades e ao material manipulável tátil, a fim de contribuir com o processo de ensino e aprendizagem das operações com polinômios em uma perspectiva inclusiva.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA

A caracterização dos sujeitos da pesquisa é fundamental para a percepção dos procedimentos metodológicos usados durante o desenvolvimento das atividades na pesquisa.

Os participantes da pesquisa são a professora regente e 46 estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, com idade entre 12 e 17 anos, sendo que

na turma do turno vespertino há um estudante com deficiência visual. Para estes estudantes há disponível um *netbook* com instalações dos *softwares* MECDaiys e do sistema DOVOX.

Como a pesquisa foi submetida ao comitê de ética, os participantes assinaram termos de participação. A professora regente e os responsáveis pelos estudantes o Termo de consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (APÊNDICES A e B) e os estudantes o termo de Assentimento Livre e esclarecido (TALE) (APÊNDICE C).

Para as análises foi considerada a turma 8°C onde se encontra o participante com deficiência visual, uma vez que o material está concebido na perspectiva do Desenho Universal, serão considerados para análise somente os questionários e atividades de 11 participantes, entre eles o estudante com deficiência visual, que trouxeram os termos de consentimento assinados.

O local da realização da pesquisa é a “sala de aula de Matemática”, ambiente em que se encontram a mesa do professor, quadro branco e de giz e carteiras individuais para os estudantes.

### 3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Esta pesquisa utilizou para a produção e coleta de dados os instrumentos de registro da professora, questionário inicial, sequência de atividades e questionário final.

#### 3.3.1 Registro da pesquisadora

A observação no ambiente de pesquisa proporciona uma descrição dos fatos observados a fim de compreender o que está sendo investigado.

A observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações utilizando os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste em apenas ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se deseja estudar. (MARCONI; LAKATOS, 2011, p.275).

Na presente pesquisa a observação sistemática é organizada mediante aos objetivos previamente estabelecidos, planejadas e realizadas em

condições naturais, seguindo o recomendado por Danna e Matos (1996). Dessa forma, consistiu em analisar a interação dos estudantes com material manipulável tátil; Professora Regente (PR) – participantes – material manipulável tátil; da Professora pesquisadora (PQ) – material manipulável tátil – PR e PQ – participantes – material manipulável tátil.

Para tal os primeiros instrumentos de coleta dados foram os questionários da professora regente (APÊNDICE D) e dos participantes (APÊNDICES E, F), e os registros da coleta de dados se deram por meio de fotos, vídeos da interação com o material manipulável tátil e a transcrição dos dados das atividades orientadas para implementação da sequência de atividades, para a manipulação das placas algébricas. Os resultados foram transcritos para o diário de campo da pesquisadora.

O diário de campo de acordo com (MARKONI; LAKATOS, 2011) é um instrumento, os devidos registros sem que os participantes possam notar o processo de coleta de dados. Nesta pesquisa foi um dos instrumentos utilizados para registro dos comentários orais, da interação com o material manipulável e/ou tátil demais comportamentos que possam contribuir para a pesquisa.

### 3.3.2 Questionário inicial

Os questionários iniciais, tanto da professora regente (APÊNDICE D) quanto os dos participantes (APÊNDICES E, F), possuem o objetivo de investigar os desafios frente à inclusão de um Participante com Deficiência Visual PDV em uma sala de aula regular do Ensino Fundamental.

Os estudantes participantes responderam a dois questionários: o questionário 1 (APÊNDICE E) que pretende investigar os participantes sobre a utilização de materiais concretos nas aulas de matemática, bem como, questões a respeito dos tipos de materiais didáticos utilizados e se esses materiais contribuem com a aprendizagem do participante; já o questionário 2 (APÊNDICE F) intentou identificar os conhecimentos algébricos prévios dos participantes, as operações (adição, subtração, multiplicação e divisão) com

monômios e, sobretudo, se utilizavam algum material concreto que auxiliava em sua compreensão dos conhecimentos.

### 3.3.3 Sequência de atividades

Cada unidade didático-pedagógica recebeu o nome de “Atividade orientada para material manipulável tátil” (APÊNDICE G), e está relacionada ao plano de atividades (APÊNDICE D) propósito de desenvolver as habilidades para se alcançar as seguintes competências:

- C1 - Reconhecer as representações algébricas que permitem expressar generalizações;
- C2 - Utilizar os conhecimentos sobre operações numéricas e suas propriedades para construir estratégias de cálculo algébrico;
- C3 - Produzir e interpretar diferentes escritas algébricas (monômios, binômios, trinômios e polinômios);
- C4 - Obter e utilizar expressões algébricas para representação de área e perímetro de figuras quadradas e retangulares, a fim de atingir os princípios do Desenho Universal para a aprendizagem (DUA).

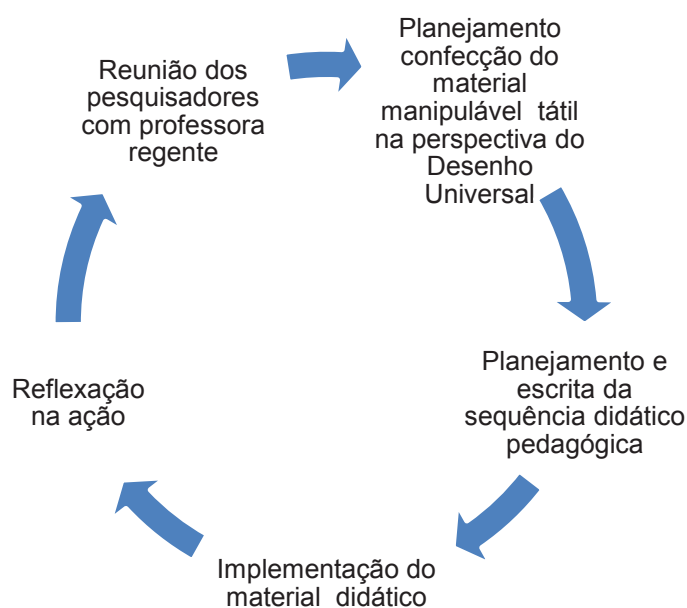
A elaboração da sequência de atividades tem o objetivo de implementar o material manipulável tátil – aplicado em sala de aula com estudantes das turmas participantes da pesquisa – de tal forma que um complemente o outro, abordando o conteúdo de Álgebra conforme planejamento (APÊNDICE G). Já a aplicação da sequência didático-pedagógica de atividades foi implementada pela professora pesquisadora em quatorze aulas de 50 minutos cada, considerando a necessidade das turmas envolvidas e o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo. Os registros produzidos foram recolhidos e analisados posteriormente.

As aulas foram conduzidas pela professora regente pelo fato desta já ter um vínculo com os educandos e conhecer as necessidades especiais de cada um. Além disso, organizou o espaço para atividades em grupo, com a intenção de estimular e promover o uso do material manipulável tátil em conjunto com as atividades orientadas de forma satisfatória. Tudo isso com o

intuito de desenvolver as habilidades de observação, comunicação (diferentes linguagens), argumentação e validação de processos.

Num segundo momento, as questões e as atividades foram concebidas e redigidas para só posteriormente serem utilizadas em conjunto com as placas algébricas que integrariam e complementaríamos as aulas. Todo o processo descrito está representado na FIGURA 3 a seguir.

**FIGURA 3— PROCESSO DE CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO ATIVIDADE**



Fonte: a autora, 2019.

A FIGURA 3 demonstra o processo para cada unidade de atividades, assim, promove à construção e formalização de conceitos, a interação entre professor, participante e o conhecimento por meio da exploração do material desenvolvido com diferentes abordagens quais sejam: atividades em grupo, sequência didático-pedagógica, uso das placas algébricas, tomando como ponto de partida os conhecimentos prévios dos estudantes vinculados à Matemática e, em especial, à Geometria (conceitos). Desenvolvemos atividades diversificadas de caráter exploratório e de investigação, por meio da utilização do material manipulável tátil, fazendo uso de situações-problema, geradoras na construção de novas ideias (conceitos).

Na realização das atividades, os estudantes foram chamados para fazer representações e conjecturas, provocando a interação entre pares de forma cooperativa e o desenvolvimento de habilidades. Além disso, a apresentação dos resultados e a discussão e argumentação com seus colegas e PR. Em cada aula os participantes resolveram as atividades e, esses registros, foram analisados pela PR e pela PQ.

Apresentamos, a seguir, como foi trabalhada cada unidade e o(s) objetivo(s) a serem atingidos:

A unidade 1 tem o objetivo de apresentar o material e explorar o conceito de polinômios. O tempo destinado a essa unidade foi de quatro aulas de 50 minutos. Com essa atividade, os participantes devem selecionar as placas algébricas a fim de conhecerem o material e entenderem suas representações. Neste mesmo momento, são introduzidos os conceitos de Álgebra para que se possam efetuar representações das expressões algébricas por meio do material manipulável tátil utilizando desenhos e linguagem verbal, partilhando momentos de interação e socialização.

Na unidade 2, cujo objetivo é construir o conceito das operações com polinômios, foram necessárias dez aulas com duração de 50 minutos cada. As primeiras atividades retomam os conceitos de operação com números inteiros para a observação da multiplicação de sinais; em seguida, há a construção do conhecimento das operações algébricas referentes à redução de termos semelhantes; depois, a construção do conhecimento das operações algébricas (adição, subtração, multiplicação e divisão), por meio do material manipulável tátil, utilizando como representação o desenho e linguagem verbal. Com essa atividade, buscou-se analisar as diferentes estratégias elaboradas pelos grupos de estudantes com as placas algébricas no momento em que resolviam as atividades propostas e, ainda, perceber a importância dos polinômios na Álgebra e proporcionar-lhes momentos de interação e socialização.

As abordagens de ambas as unidades tiveram características diferentes, uma vez que as investigações realizadas foram conduzidas em forma de tarefas matemáticas constituídas de cinco atividades investigativas e exploratórias.



### 3.3.4 Questionário final

O questionário final, tanto da PR (APÊNDICE H) quanto dos participantes (APÊNDICE I), possui o objetivo de verificar quais são as contribuições das placas algébricas para a inclusão de um participante com deficiência visual no processo de ensino inclusivo da Matemática, bem como investigar se o material manipulável tátil auxilia no processo de ensino e aprendizagem das operações com polinômios (adição, subtração, multiplicação e do quadrado da soma de dois termos).

## 3.4 O MATERIAL MANIPULÁVEL TÁTIL NA PERSPECTIVA DO DESENHO UNIVERSAL PARA ÁREA VISUAL: PLACAS ALGÉBRICAS

O Material Manipulável Tátil na perspectiva Desenho Universal (DU) para a área visual, que aqui será denominado Placas Algébricas (PA), foi produzido pelos professores pesquisadores de acordo com as conversas preliminares com a professora regente e um estudante com deficiência visual.

O material foi inspirado no Material Dourado de Maria Montessori (1870 - 1952), médica e educadora italiana, que desenvolveu diversos materiais manipulativos, destinados à aprendizagem da Matemática para crianças excepcionais. Isso corrobora com Matos e Serrazina (1996 apud NACARATO, 2005, p.3), referente ao trabalho com material manipulável, especificamente o material dourado, pois

[...] esse é um tipo de material que só fará significado ao aluno se houver, como destacam Matos e Serrazina (1996, p.196), uma interpretação dessas relações, bem como a possibilidade de uma interação dos estudantes com o material, pois “ao interaccionar com os materiais, é mais provável que os alunos construam as relações que o professor tem em mente. De facto, a linguagem usada para conversar com os outros sobre os materiais pode ser crucial para os alunos na construção de relações”. (NACARATO, 2005, p. 3).

Desta forma, a utilização de materiais ou recursos básicos designados ao ensino de Matemática para deficientes visuais propiciando uma aprendizagem ativa, sob uma perspectiva diferente das técnicas clássicas de ensino e aprendizagem. O material manipulável deve servir de suporte

experimental no processo de ensino e aprendizagem como mediador na construção do conhecimento matemático em que “[...] os conceitos serão formados pela ação interiorizada do aluno, pelo significado que dão as suas ações, às formulações que enunciam, às verificações que realizam”. (PASSOS, 2012, p.81).

Para tal, a construção e a adaptação do material se deram na perspectiva do Desenho Universal cujo “propósito é atender às necessidades de qualquer pessoa, com ou sem deficiência, com o objetivo de criar produtos e espaços que busquem a equidade para todos”. (GABRILLI, 2016, p. 1).

As placas algébricas foram construídas utilizando peças de madeira no formato retangular e/ou quadrado, com textura em uma das faces e leitura em Braille. Destinam-se a auxiliar o ensino da álgebra, mais especificamente a solucionar operações com polinômios.

As placas algébricas constituem quatro configurações distintas, sendo 40 peças nas dimensões: 10 x 10 x 12 mm; 80 peças nas dimensões 10 x 3 x 12 mm; 40 peças 3 x 3 x 12 mm e 10 peças 13 x 13 x 6 mm.

Para efeito comparativo dos materiais, destacamos um exemplo de utilização de cada material para o ensino da Matemática.

Utilizamos blocos de material dourado na aritmética, para representar números naturais, como os apresentados a seguir.

**FIGURA 4 – EXEMPLO DE MATERIAL DOURADO**



Fonte: a autora, 2019.

Para o ensino da álgebra, especificamente as operações com polinômios, utilizamos as placas algébricas (FIGURA 5), para representar números inteiros e variáveis.

**FIGURA 5**– EXEMPLO DE PLACAS ALGÉBRICAS

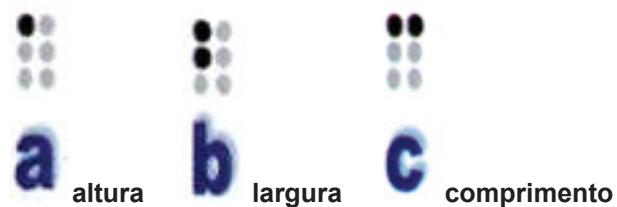


Fonte: a autora, 2019.

A face azul (lisa) representa placas positivas e a face vermelha (com textura), placas negativas. Já os pontos do código Braille foram representados por meia pérola de artesanato e indicam as dimensões comprimento, largura e altura, que podem ser variáveis nas atividades propostas.

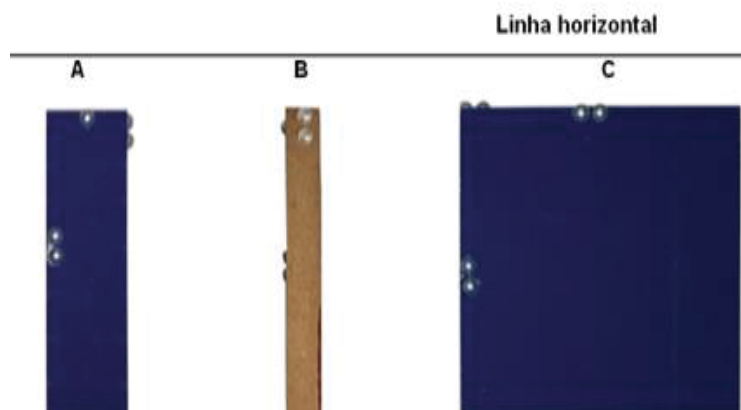
De acordo com Moraes (2016, p. 101), “Ao cego cabe fazer a leitura do Braille ao ler, movendo a mão, da esquerda para a direita, passando por cima de cada linha e neste sentido o Braille é considerado um código linear”. Assim, neste material os códigos representam as letras/variáveis a, b e c (FIGURA 6).

**FIGURA 6**– REFERÊNCIA DE DIMENSÕES ALFABETO BRAILLE



Fonte: a autora, 2019.

Para a leitura do código Braille, é necessário que o lado da superfície que contém o código esteja na posição horizontal (FIGURA 7).

**FIGURA 7– MODELO DE LEITURA DA PEÇA**

Fonte: a autora, 2019.

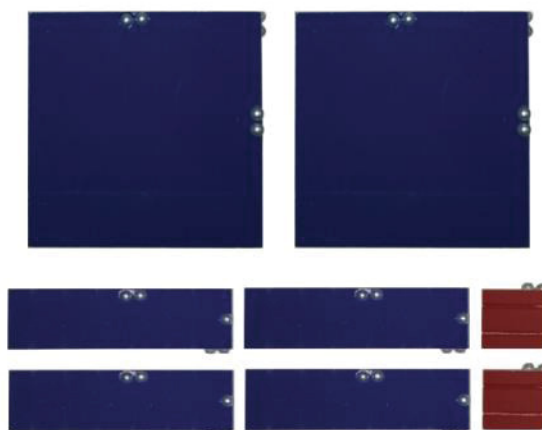
Para testar as placas algébricas voltadas ao estudo da Álgebra, foi necessário o desenvolvimento de uma sequência de atividades com os objetivos já indicados na seção anterior. Assim, apresentamos a seguir exemplos de utilização do material por meio das atividades desenvolvidas.

#### 3.4.1 Exemplos de utilização

Para exemplificar a utilização das placas algébricas, apresentam-se nesta subseção, algumas atividades das unidades propostas.

Para as operações com as placas algébricas temos os exemplos a seguir:

O desenvolvimento da aula partiu de uma sequência de atividades para o manuseio das placas e as conclusões foram anotadas pela professora pesquisadora. Primeiramente foram realizadas as representações algébricas partindo da composição das diferentes placas, por exemplo: dada a composição das placas, escrever a expressão algébrica  $2x^2 + 4x - 2$ . Para essa representação são utilizadas duas placas quadradas grandes com superfície azul/lisa, quatro placas retangulares com superfície azul/lisa e duas placas quadradas menores com superfície vermelha/ranhuras, conforme indicado na FIGURA 8.

**FIGURA 8– EXPRESSÃO ALGÉBRICA**

Fonte: a autora 2019.

As operações de adição e subtração são abordadas com as placas algébricas para simplificar um polinômio. Como exemplo, na FIGURA 9 há a representação do polinômio  $5x^2 - 4x - 1 - 4x^2 + 7x - 4$  e a sequência a descrição do agrupamento dos termos semelhantes.

**FIGURA 9– REPRESENTAÇÃO DO POLINÔMIO**

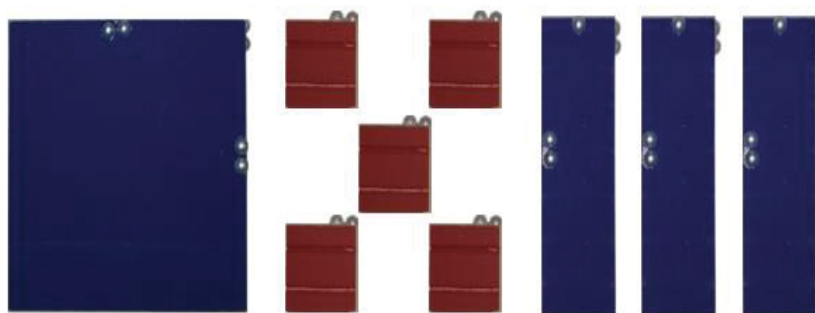
Fonte: autora, 2019.

Como podemos observar os agrupamentos se efetivam por placas semelhantes na forma e na textura, caracterizando-se o agrupamento de termos semelhantes. Ou seja, pelo tipo de forma geométrica, temos o grupo

das placas quadradas maiores (azul/lisa) área  $x^2$ , representando o grupo  $-x^2$  as placas quadradas maiores com textura (vermelhas/ranhuras); a representação o grupo de área  $x$  as placas retangulares (azul/lisa); o grupo de placas retangulares com textura (vermelha/ranhuras) representam  $-x$  e, por fim o grupo de placas quadradas menores representando a unidade (vermelha/ranhuras).

Em seguida, a descrição da simplificação da operação utilizando as placas algébricas e os símbolos matemáticos (FIGURA 10).

**FIGURA 10**– SIMPLIFICAÇÃO DA OPERAÇÃO ADIÇÃO E SUBTRAÇÃO



Fonte: a autora, 2019.

Na FIGURA 10 há a representação do polinômio  $5x^2 - 4x - 1 - 4x^2 + 7x - 4$  e o agrupamento de placas semelhantes. Já na FIGURA 11 há a simplificação do polinômio inicial, em que as placas iguais são somadas, placas diferentes são canceladas, simplificando-se assim o polinômio, obtendo-se algebricamente o polinômio  $x^2 + 3x - 5$ .

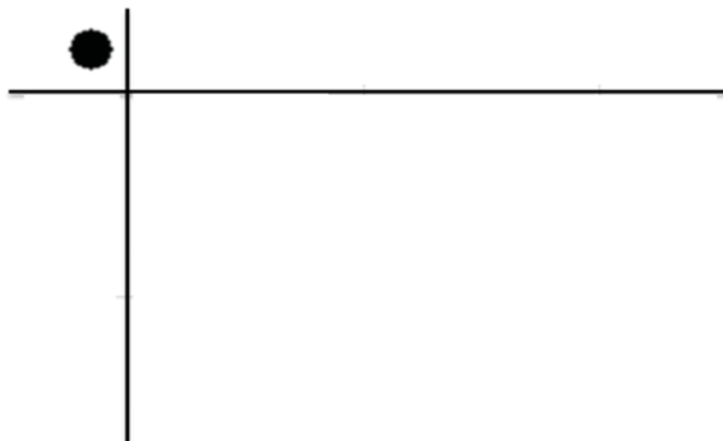
Para se construir o conhecimento da multiplicação de polinômios, buscou-se analisar caminhos para a construção de uma regra geral para a propriedade distributiva da multiplicação, bem como a importância da generalização da linguagem algébrica.

Para tal, inicialmente é apresentada aos estudantes uma tabela de multiplicação, inspirada na tabela Pitagórica<sup>4</sup> (também chamada de tábua ou tabela da multiplicação) é um quadro de dupla entrada, no qual são registrados

<sup>4</sup> Tabela Pitagórica. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/3841/tabuada-como-usar-a-tabela-pitagorica>. Acesso em: 28 set. 2019.

os resultados das multiplicações, estão apoiados nas propriedades associativa, distributiva e comutativa.

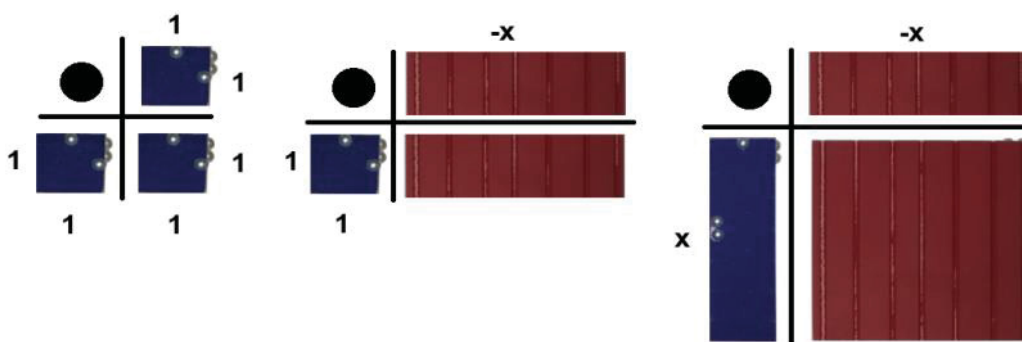
**FIGURA 11– TABELA DE MULTIPLICAÇÃO**



Fonte: a autora 2019.

Para operar a multiplicação com as placas algébricas devem-se modelar as representações para os produtos de acordo com as regras de sinais (FIGURA 12).

**FIGURA 12 - MODELAGEM REGRA SINAIS MULTIPLICAÇÃO**



$$1 \cdot 1 = 1$$

$$1 \cdot (-x) = -x$$

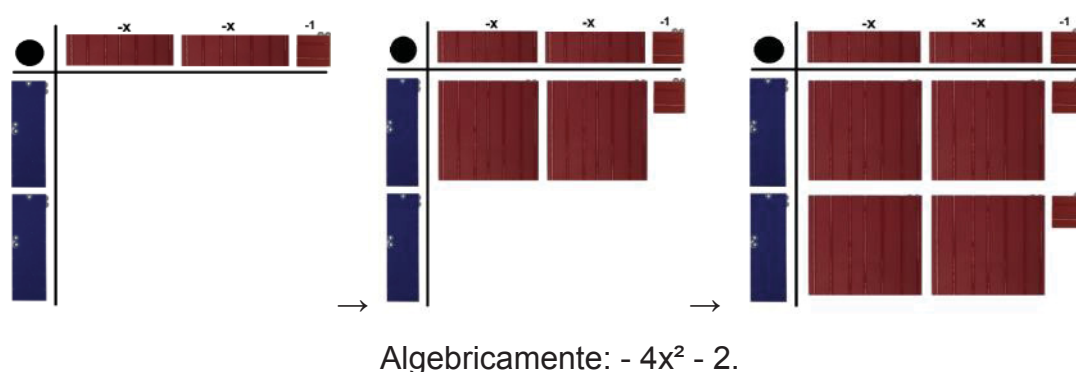
$$x \cdot (-x) = -x^2$$

Fonte: adaptado de proposta com o Algeplan<sup>5</sup> pela autora 2019.

<sup>5</sup> Algeplan é um recurso didático construído por (ROSA, et al., 2006) para a exploração de expressões algébricas e fatoração, através da modelagem utilizam-se as peças do Algeplan (quadrados e retângulos) na busca por facilitar o ensino-aprendizagem da álgebra.

Na FIGURA 12, acima, utiliza-se a regra de sinais, ou seja, é definido que na multiplicação ao utilizar duas placas com mesmo tipo de face (azul/lisa) o resultado é positivo. Já para placas com faces diferentes (liso/ranhuras) o resultado é negativo. Cabe ressaltar que a multiplicação de placas com a mesma dimensão resulta em áreas quadradas e, com dimensões diferentes correspondem a áreas retangulares. Com isso para obter o resultado da multiplicação de monômio por polinômio, por exemplo,  $2x \cdot (-2x - 1)$ , a FIGURA 13 apresenta o procedimento da multiplicação de monômio por polinômio.

**FIGURA 13 - MULTIPLICAÇÃO DE MONÔMIO POR POLINÔMIO**



Fonte: a autora, 2019.

Na tabela da multiplicação, são distribuídos o monômio (eixo vertical) e o polinômio (eixo horizontal) e, em seguida, uma malha quadriculada é desenhada pelo estudante, para cada multiplicação entre os termos dos dois eixos tem-se uma quadrícula.

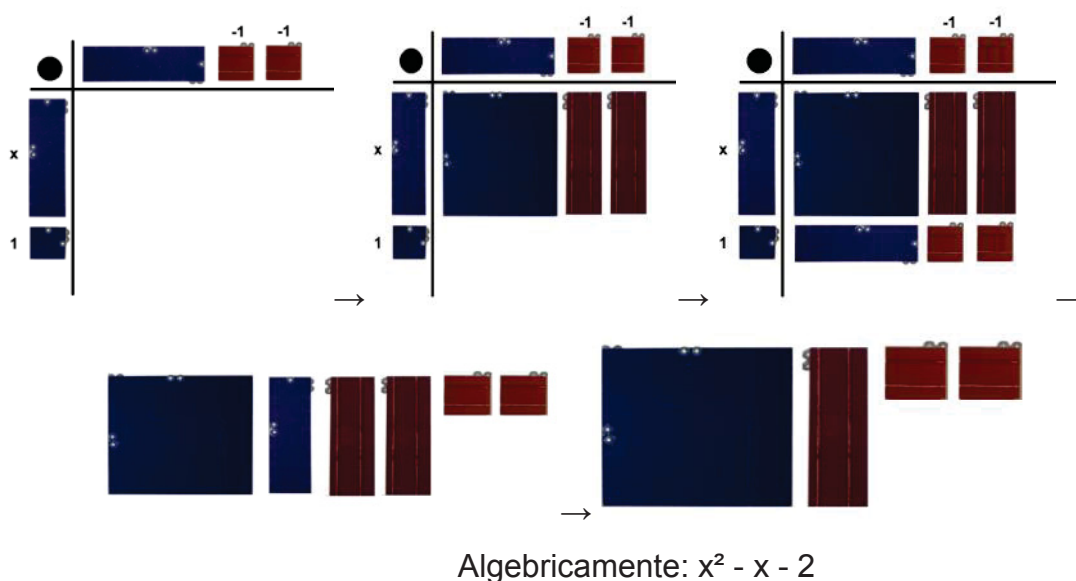
Na sequência, a FIGURA 14 apresenta a segunda etapa da multiplicação. Inicia-se a multiplicação do monômio  $x$  da primeira linha do eixo vertical com cada termo colocado no eixo horizontal, ou seja, multiplicando-se  $x$  por  $(-x)$ , colocando-se o resultado na linha 1 com a coluna 1 –  $x^2$  (placa quadrada vermelha/ranhuras), e novamente multiplica-se  $x$  por  $(-x)$ , colocando-se o resultado  $-x^2$  na posição linha 1 coluna 2 e por fim o a multiplicação de  $x$  por  $-1$ , com o resultado  $-1$  (placa quadrada menor vermelha/ranhuras) colocado na linha 1 coluna 3. Espera-se que o estudante use corretamente a convenção de sinais e perceba que poderá fazer a multiplicação também de cada elemento da linha por cada elemento da coluna, que o resultado não altera, comprovando assim a propriedade comutativa.



Em seguida, o estudante irá multiplicar cada elemento da linha 2 do eixo vertical por cada elemento do eixo horizontal completando a tabela, espera-se que o estudante perceba que está distribuindo a multiplicação e, em seguida, retire os termos da tabela, simplifique os resultados e escreva algebricamente o resultado, de acordo com a FIGURA 14.

Já para obter o resultado de  $(x+1) \cdot (x-2)$ , a FIGURA 14 apresenta a composição da multiplicação de polinômio com polinômio.

**FIGURA 14 - MULTIPLICAÇÃO DE POLINÔMIOS**



Fonte: a autora 2019.

A FIGURA 14 apresenta as etapas da multiplicação de polinômio por polinômio, espera-se que na distribuição dos termos o estudante efetue a distribuição dos termos, construindo o conceito da multiplicação de polinômio por polinômio.

Por fim, qualquer um dos eixos ou colunas pode funcionar como multiplicando ou multiplicador. Uma vez que todos os termos possam ser multiplicados, até que a tabela fique completa. E na sequência simplifique os resultados, classificando o polinômio em monômio, binômio ou trinômio.

Apresentada a metodologia aplicada na pesquisa, a próxima seção apresenta os resultados e as análises realizadas com essa pesquisa.

## 4 RESULTADOS E ANÁLISE

Este capítulo tem como objetivo apresentar e analisar os dados produzidos na intervenção pedagógica. Para isso, a aplicação das placas algébricas, material adaptado na concepção do DU, para o ensino operações com polinômios origina-se do diário de campo da PQ, das transcrições das atividades realizadas, dos questionários, dos vídeos e áudios, e entrevistas realizadas com os participantes da pesquisa.

Portanto, procuramos descrever os resultados e concomitantemente realizar as análises por meio dos diálogos com a literatura pertinente com o intuito de entendermos a problemática investigada.

Como elementos de análise essa pesquisa propõe analisar três aspectos:

- As placas algébricas na perspectiva do DU para a área visual em que se propõe discutir o uso igualitário-usuários com capacidades diferentes; flexibilidade de o uso atender as necessidades dos estudantes com diferentes habilidades; simples e intuitivo (fácil compreensão e apreensão do espaço; informações fáceis e perceptíveis (diferentes meios de comunicação-símbolos e textura); segurança na concepção e/ou adaptação de materiais). Essas análises serão subsidiadas pelos autores CAST (2011, 2012), Cerqueira e Ferreira (2000), Gabrilli (2016) e Kallef (2016), Lorenzato (2006). Para isso são utilizadas as observações registradas em diário de campo.
- As placas algébricas como recurso promotor da aprendizagem apresentando os resultados e análise referentes à interação entre PDV – ESTUDANTES; material manipulável tátil adaptado na concepção do DUA como ferramenta mediadora no processo de ensino e aprendizagem; a contribuição do material manipulável tátil adaptado no DUA atender a necessidade educacional do PDV nas aulas de Matemática para isso a fundamentação teórica se apoia em CAST (2011; 2012; UDL, 2014), Freire (2016b), Fiorentini, Morin (1990), Góes, Góes

(2018), Kallef (2016), Lorenzato (2010), Oliveira (2016b), Silva (2015b), Vygostki (1993,1997). Para essa análise

- a coleta de dados baseou-se em questionários, atividades didático-pedagógicas, diário de campo e fotos.
- A percepção da professora regente quanto ao uso das placas algébricas e a viabilização do DUA em sua formação continuada, mostrando os desafios referentes à inclusão do estudante com DV. Para essa análise a fundamentação teórica esta pautada em CAST (2011), Freire (2016b), Kallef (2016) Silva (2015b), Ponte (2013), Vygotsky (1997), utilizando os resultados obtidos na entrevista semiestruturada inicial e final foi realizada a coleta de dados.

Os sujeitos pesquisados são 12 participantes: 11 estudantes e a professora regente. Cabe ressaltar que dos 11 estudantes, um estudante possui deficiência visual. Para preservar a identidade dos participantes, neste texto serão denominados pelas seguintes siglas: PR - professora regente de Matemática; PDV – participante com deficiência visual; P# para os demais estudantes, em que o símbolo # é substituído por um número; e PQ - pesquisadora responsável pelo desenvolvimento da pesquisa.

Disto isto, as próximas subseções apresentam as unidades de análise apresentadas acima.

#### 4.1 AS PLACAS ALGÉBRICAS NA PERSPECTIVA DO DESENHO UNIVERSAL

Nesta subseção analisamos os dados produzidos durante o processo de aplicação das atividades orientadas com utilização das placas algébricas tendo como objetivo o estabelecido na pesquisa em verificar conforme teóricos CAST (2011), Gabrilli (2016) que propõe os seguintes itens:

- Uso igualitário: propor materiais didáticos ou adaptação de materiais que possam ser utilizados por usuários com capacidades diferentes;

- Flexibilidade de uso: projetar materiais ou adaptação de materiais que permitam atender às necessidades de estudantes com diferentes habilidades e preferências diversificadas;
- Uso simples e intuitivo: deve ser de fácil compreensão e apreensão do objeto de estudo;
- Informações facilmente perceptíveis;
- Segurança na concepção e/ou adaptação de materiais;
- Considerar a segurança na concepção e/ou adaptação de materiais a serem utilizados nas atividades pedagógicas.

Dessa forma as placas Algébricas são analisadas com a finalidade de verificar se atenderam aos princípios do DU, entre eles do uso igualitário - usuários com capacidades diferentes. Conforme a percepção dos participantes com relação ao material no momento em que chegam à sala de aula e ficaram contentes ao encontrar a mesa preparada para a “aula”. A primeira percepção foi que o material é bonito, o que se justifica:

[...] na importância desses elementos apenas pelo caráter “motivador” que o ensino da matemática tem a partir do concreto ou, ainda, porque através deles as aulas ficam mais alegres e os alunos passam a gostar da matemática (FIORENTINI; MIORIN, 1990, p. 1).

O material manipulável tátil - Placas algébricas como recurso didático, proporcionou em “[...] ser o mediador lúdico, ou seja, ser atraente e motivador” (KALLEF, 2016, p. 59), com vistas a levar os participantes com capacidades diferentes “[...] a se interessar pelo material” (KALLEF, 2016, p.59).

Ao observar e manipular o material os participantes fizeram as seguintes observações:

P1: O material é bonito e dá para diferenciar os lados.  
 P3: O lado positivo é azul e o lado negativo é vermelho.  
 PDV: Consegui perceber o lado positivo e o lado negativo tem textura diferente.

Os relatos dos participantes corroboram com CAST (2011,2012), Gabrilli (2016) sobre o uso igualitário - usuários com capacidades diferentes,

em que propõe a todos os usuários condições de usar de acordo com suas habilidades diferenciadas.

O PDV, em sua fala apresentada acima, comprova o que propõe Lorenzato (2006, p. 22-23) sobre o material didático concreto que “uma delas refere-se ao palpável, manipulável e a outra, mais ampla, inclui também imagens gráficas”. Nesse mesmo viés destaca-se ainda que das informações fáceis e perceptíveis diferentes meios de comunicação – símbolos e textura, o aspecto simples e intuitivo (fácil compreensão e apreensão do espaço; informações fáceis e perceptíveis, diferentes meios de comunicação-símbolos e textura) notou-se: que os participantes videntes perceberam no material as diferenças entre o lado positivo e o lado negativo por meio das cores conforme relato de P3; o PDV por meio do tato distinguiu as diferenças entre o lado positivo (azul/liso) e negativo (com ranhuras).

O manuseio do material aconteceu de forma fácil para todos os participantes, em especial o PDV percebeu que compreendeu as três dimensões: comprimento (..), largura (:) e altura ( . ). Conforme observado nos seguintes registros:

P7: Com as placas algébricas é mais fácil de entender do que com o material dourado.

PDV: Consigo identificar o comprimento, a altura e a largura.

Os relatos dos participantes confirmam Kaleff (2016, p. 32), quando a autora afirma que

Frente a um modelo manipulativo concreto de um conceito matemático, o aluno com deficiência visual, manipula (enxerga com as mãos) esse conceito modelado e obtém uma imagem mental advinda da percepção tátil. (KALEFF, 2016, p. 32)

A autora ainda contribui que para um participante “com visão normal, frente ao modelo material manipulativo (concreto) efetivamente enxerga o conceito modelado (com os olhos) e tem uma imagem mental advinda da percepção visual.” (KALLEF, 2016, p. 32).

Assim, essa análise do material nos dá indícios do uso simples e intuitivo e proporciona de forma fácil à compreensão de conceitos matemáticos.

Ainda, notou-se que os participantes conseguiram realizar as operações fundamentais conforme comprovado pela fala dos participantes:

P6: Que quando juntamos placas da mesma forma e cores diferentes resultam zero, pois  $-$  com  $+$  é zero.

P8: A negativa diminui a positiva.

PDV: Isso acontece com todas as placas com texturas diferentes.

Esses relatos nos dão indícios de que as placas algébricas vêm auxiliar para a abstração matemática, ou seja, proporcionar ajuda para fundamentar e facilitar um caminho ao raciocínio abstrato lógico-dedutivo, de acordo com (KALLEF, 2016, p. 59).

Ainda trazemos os seguintes comentários dos participantes em relação à manipulação das placas algébricas:

P10: Agora mexendo com as diferentes placas quadradas entendi o conceito de área.

PDV: Pelo tato consigo ter noção da área e do perímetro.

Essas afirmações corroboram com Kallef, (2016, p. 59) em que as placas algébricas podem ser “utilizadas em diferentes séries ou ciclos de escolaridade e em diferentes níveis cognitivos da formação de um conceito matemático e de relações matemáticas ligadas a ele”, envolvendo todos os participantes no processo de utilização do recurso voltado para a construção do conhecimento matemático.

Segundo os autores Cerqueira e Ferreira, (2000, p. 3) essa prática facilita a abstração dos conceitos matemáticos e favorece os múltiplos meios de engajamento dos participantes, trazendo a possibilidade da interação dos participantes com o material concreto, favorecendo as construções de relações matemáticas, em conformidade com as ideias propostas por Nacarato (2005, p. 3).

Ao realizar arguições se os tamanhos das peças do material estavam adequados, se os contrastes liso/ranhuras ou fino/grosso, PDV destacou que:

PDV: consegui perceber as relações do tamanho das peças, da espessura e da diferença das texturas dos lados.

Essa fala confirma Cerqueira e Ferreira (2000, p.3) nos aspectos de: tamanho: “os materiais devem ser confeccionados ou selecionados em tamanho adequado às condições dos alunos”; Significação Tátil: “permitem distinções adequadas”; aceitação: “com os que não ferem ou irritam a pele”; Facilidade de Manuseio: “proporcionando ao aluno uma prática utilização”; Resistência: “materiais que não se estraguem com facilidade”; segurança: “os materiais não devem oferecer perigo para os educandos”.

Ainda cabe mencionar que o PDV relatou por meio de sua fala “consegui aprender a fazer as operações com polinômios”. Este fato confirma o exposto por Gabrilli (2016, p. 14) que por meio dos fundamentos da Tecnologia Assistiva (TA) as placas algébricas proporcionaram a identificação do todo e como recurso didático “facilitou à aprendizagem ampliando as habilidades”. Assim notou-se que há uma conexão entre o DU e a TA, uma vez que ambos buscam garantir flexibilidade no uso para todos os alunos presentes no contexto de estudantes em uma turma de ensino regular, sejam eles com ou sem deficiência visual.

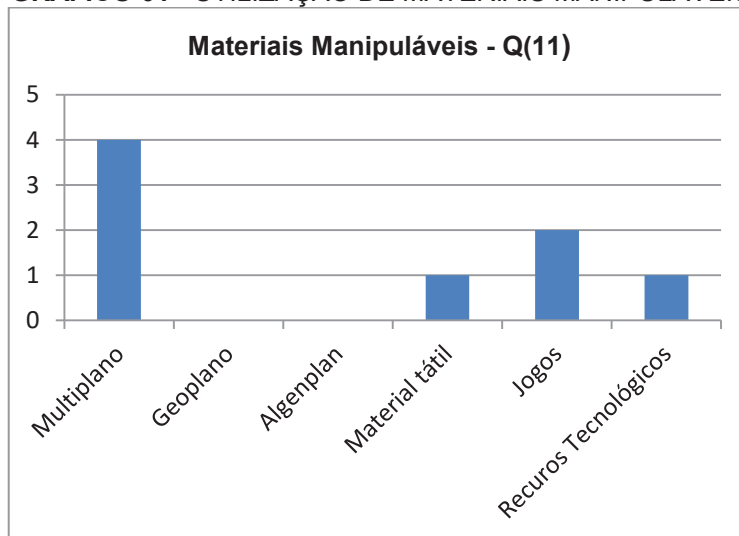
Por fim, podemos concluir através da análise referente à adaptação e construção do material didático Placas Algébricas na perspectiva do DU para a área visual, que tal concepção deve favorecer a representação de conceitos matemáticos e relações exploradas por meio dele. Isto corrobora com as afirmações de Kallef (2016) meio de formas alternativas de aprendizagem – Princípio II do DUA.

Ou seja, a construção e/ou a adaptação do material para o ensino de Matemática favorece o processo de ensino e aprendizagem.

#### 4.2 UNIDADE DE ANÁLISE: O MATERIAL COMO PROMOTOR DA APRENDIZAGEM DE OPERAÇÕES COM POLINÔMIOS

A fim de evidenciar que tipo de materiais os participantes já conheciam, aplicaram-se os questionários Q1 e Q2 (APÊNDICES D e E). Ao serem perguntados, os resultados obtidos são evidenciados no Gráfico 01.

**GRÁFICO 01 - UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS MANIPULÁVEIS**

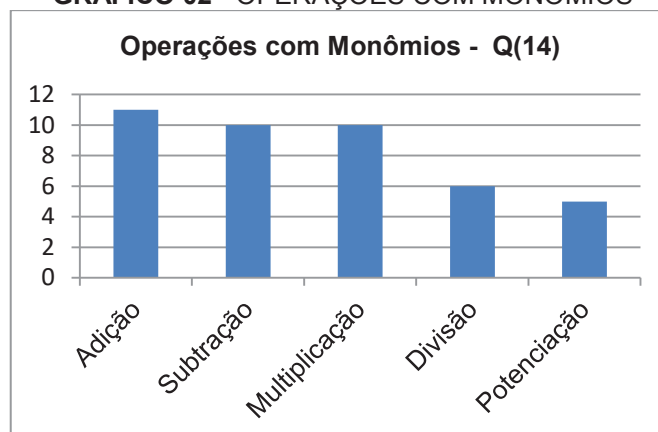


Fonte: autora, 2019.

O material que os participantes possuem conhecimento são o multiplano indicado por quatro participantes, jogos indicados por dois participantes, material tátil informado por um participante e o computador adaptado assinalado por um participante. Já sobre a utilização, apenas o PDV utiliza o multiplano, materiais táteis e o computador adaptado.

Com o objetivo de investigar os conhecimentos prévios de álgebra foi perguntado aos estudantes se sabem efetuar as operações de adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios (GRÁFICO 02).



**GRÁFICO 02 - OPERAÇÕES COM MONÔMIOS**

Fonte: autora, 2019.

Evidenciamos que 11 participantes afirmam realizar a operação de adição, 10 participantes conseguem resolver as operações de subtração e multiplicação, 10 participantes realizam a operação de multiplicação, seis participantes efetuam divisão e cinco sabem efetuar com potências.

Nesse questionamento surgem falas como do participante P10 que diz “são operações com letras e números” e do PDV que declara “adição com letras e números, mas não entendo muito bem”. Isto ressalta a importância do Educador em respeitar e avaliar o que os participantes trazem como conhecimento prévio, confirmando Freire (2016b, p.162) quando afirma que “[...] a “leitura” da classe como se fosse um texto a ser decifrado, a ser lido, a ser compreendido”, pois na maioria das vezes o que acontece é a pura transmissão de conteúdos desvinculados da realidade do aluno, visto que o de ato de ensinar

[...] já não pode ser este esforço de transmissão do chamado saber acumulado, e aprender uma pura recepção do objeto ou conteúdo transferido. Pelo contrário, ensinar e aprender giram também em torno da produção daquela compreensão, tão social quanto a produção da linguagem, que é também conhecimento. (FREIRE, 2016b, p. 53).

A análise do perfil dos participantes serviu de base para ajustes na execução das atividades, interpretação de situações individuais e coletivas visando à contribuição na análise dos dados.

Cabe ressaltar que as atividades aplicadas foram elaboradas de acordo com o plano de atividades (APÊNDICE D) e reformuladas conforme a

necessidade dos participantes, com o propósito de desenvolver as habilidades para se alcançar as seguintes competências:

- C1 - Reconhecer as representações algébricas que permitem expressar generalizações;
- C2 - Utilizar os conhecimentos sobre operações numéricas e suas propriedades para construir estratégias de cálculo algébrico;
- C3 - Produzir e interpretar diferentes escritas algébricas (monômios, binômios, trinômios e polinômios);
- C4 - Obter e utilizar expressões algébricas para representação de área e perímetro de figuras quadradas e retangulares, a fim de atingir os princípios do DUA.

Assim, nesta subseção vamos discutir aspectos relativos à utilização do material adaptado na perspectiva do desenho Universal para a área visual como promotor no processo de ensino e aprendizagem. As placas algébricas são analisadas sob os três princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (CAST, 2011; 2012; UDL, 2014):

- Princípio I – Propiciar múltiplos meios de representação, que envolvem a percepção, a linguagem e expressão, a compreensão, a matemática e símbolos.
- Princípio II – Possibilitar diferentes modos de ação e expressão, que abrangem: a função executiva, a expressão e comunicação.
- Princípio III – Favorecer diversas formas de engajamento que abarcam: a auto-regulação, interação, socialização e o interesse.

Em relação a esses três aspectos, as Placas Algébricas devem satisfazer o primeiro, facilitadoras no processo de ensino e aprendizagem, descrevendo suas contribuições nesse processo quando indicamos “o que” da aprendizagem ao analisar os múltiplos métodos de representação (alunos de diferentes ritmos e estilos de aprendizagem); percepção mostrando que é compreensível e de fácil entendimento; idioma, expressões e símbolos ao

buscar clareza e entendimento de todos; e compreensão quando se destaca a informação de forma acessível, transforma-a em conhecimento.

Para satisfazer o segundo Princípio deve-se ter as Placas Algébricas como mediadoras no processo de ensino e aprendizagem das operações com polinômios (adição, subtração, multiplicação e divisão) e, para isto, verifica-se como ocorre a aprendizagem por meio da função executiva, a expressão, a comunicação e a atividade física. A ação executiva surge no planejamento de estratégias a fim de conquistar seus objetivos. A expressão e comunicação estão presentes em formas diferenciadas para que os participantes possam expressar-se de diferentes maneiras. A ação física aparece ao planejar os materiais para que os participantes possam interagir sem barreiras ou sem restrição.

No terceiro princípio, as Placas Algébricas para a inclusão de um participante com deficiência visual no processo de ensino inclusivo da Matemática, deve demonstrar o “porquê da aprendizagem”. Assim, são analisados os interesses de recrutamento, ou seja, buscar o envolvimento e a atenção dos participantes por meio de formas alternativas de aprendizagem (níveis cognitivos diferenciados); a auto-regulação aborda por meio de diferentes habilidades intrínsecas dos participantes para a superação; e a persistência e o esforço é preciso realizar motivação inicial para aprendizagem de habilidades e estratégias.

Ao utilizar as Placas Algébricas, constatou-se que oito participantes afirmaram utilizá-las, o que proporcionou o reconhecimento e a apresentação da informação a ser assimilada. De acordo com a fala dos participantes:

P1: facilita em diferenciar quando é  $x$  e  $x^2$ .

P8: ajudou a fazer a representação dos quadrados, retângulos e unidade.

P9: eu gostei de desenhar os valores com as placas, pois achei que facilitou um pouco.

PDV: ficou mais fácil para fazer a representação das expressões, eu sei quando é  $x^2$  e quando é  $-x^2$ , quando é  $(+1)$  ou quando é  $(-1)$  pela textura e formato das peças.

Os relatos dos participantes confirmam que as Placas Algébricas “são estratégias pedagógicas que apoiam a apresentação, representação e o reconhecimento da informação a ser aprendida” (CAST, 2012, p.1),

satisfazendo o Princípio I do DUA, o qual aponta os caminhos para que os participantes acessem os seus conhecimentos prévios, ideias e conceitos, que é evidenciado nas falas dos participantes P1, P8, P9 e PDV.

Ainda constatamos na fala do P9, a importância da representação por meio do desenho como instrumento facilitador da comunicação (Princípio I do DUA), pois o mesmo faz parte da natureza humana desde os primórdios. Por meio desta estratégia há função executiva, a expressão e comunicação (Princípio II do DUA), o que se confirma com (GÓES; GÓES, 2018).

[...] o desenho nunca perdeu sua importância como meio de comunicação e de expressão, sendo sempre utilizado paralelamente à escrita, [...] conseguem obter melhores resultados do que a escrita ou a fala na transmissão de uma mensagem ou ideia. (GÓES; GÓES, 2018, p.109).

O que pode ser percebido por meio da FIGURA 15 em que o estudante representou por meio de desenhos a composição realizada com as Placas Algébricas.

**FIGURA 15 - REPRESENTAÇÃO COM PLACAS E DESENHO**



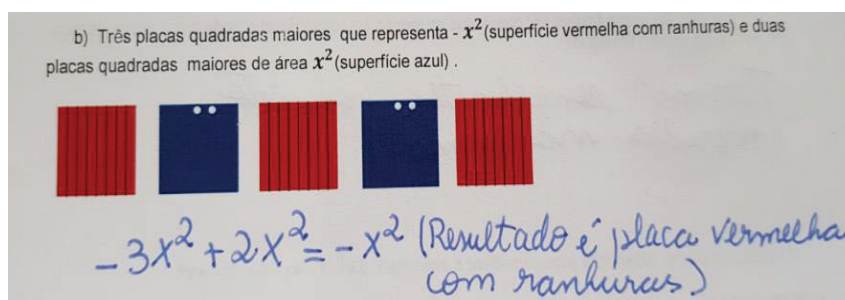
Fonte: autora 2019

Salientamos a importância no uso dos instrumentos que auxiliam na representação por de desenhos, conforme contribuição do participante P5 “gosto de fazer os desenhos das expressões formadas com as placas algébricas, com régua porque fica mais apresentável e dá para entender melhor”. Isto vem ao encontro com os resultados obtidos no questionário inicial

sobre os instrumentos que os participantes afirmam utilizar com maior frequência, a régua. Este instrumento é utilizado para auxiliá-los na interpretação, análise e construção do conhecimento de operações com monômios, proporcionando o desenvolvimento da aprendizagem.

Ainda, no diálogo inicial apresentado é possível constatar, pela fala do PDV “ficou mais fácil para fazer a representação das expressões”, que o modo com que as placas algébricas foram apresentadas e utilizadas para efetuar as representações contribuiu como ferramenta facilitadora na construção do conhecimento e, também, como facilitadora na aprendizagem. Ou seja, o PDV destaca que as Placas Algébricas facilitaram a aquisição do conhecimento “pela textura e formato das peças”. A FIGURA 16 apresenta o registro realizado pela PQ em relação à resolução do PDV.

**FIGURA 16 - REPRESENTAÇÃO DO POLINÔMIO**



Fonte: a autora, 2019.

A seguir tem-se a transcrição da fala do PDV que originou o registro da PQ apresentado na FIGURA 16.

PDV: temos três placas com ranhuras que dá menos  $3x^2$ , mais duas placas lisas que dá dois  $x^2$ , então o resultado é uma placa vermelha com ranhuras que seria menos  $x^2$ , qualquer jeito que coloque vai dar o mesmo resultado, assim /oh/: duas quadradas lisa grande, três quadradas grande com ranhuras dá o mesmo resultado: placa vermelha com ranhuras.

O relato do PDV comprova o que propõe Rose e Meyer (2002 apud ZERBATO, 2018, p. 58) “O modo pelo qual as informações são apresentadas aos estudantes pode expandir ou limitar seus conhecimentos e também demonstrar se eles irão ou não aprender o conteúdo” e “ao mesmo tempo, podem fornecer suporte para decodificar essas informações”.

A fala do PDV demonstra diferentes modos de ação e expressão, aspectos presentes no Princípio II do DUA. O uso de estratégias do PDV, a fim de efetuar operações com polinômios (adição e subtração), interagindo com o material sem barreiras, acessando os conhecimentos prévios da propriedade associativa em relação às operações de adição e subtração e, ainda, transformando a informação em conhecimento, demonstram as Placas Algébricas como ação executiva.

Neste contexto, as Placas Algébricas contribuíram com o engajamento do PDV, evidenciando o Princípio III do DUA e a sua inclusão no processo de ensino e aprendizagem, pois propiciaram oportunidades para que todos os participantes interagissem em diferentes contextos favorecendo a construção do conhecimento.

Verificou-se no início da pesquisa, por meio do questionário inicial, que a utilização do material tátil ocorria somente pelo PDV. Já no momento da aplicação da pesquisa, todos os participantes fizeram uso das Placas Algébricas, favorecendo o Princípio III do DUA. Com isso, houve a participação e o engajamento de todos na atividade, principalmente na forma que executaram as mesmas. A forma de agir dos participantes nos levou a percepção de que o processo de inclusão nas escolas precisa ser revisto, pois o professor necessita de maior conhecimento e de uma formação adequada para a utilização desses aparatos, o que corrobora com (OLIVEIRA, 2016b).

Em outro momento da pesquisa há um em que a PQ solicita ao PDV para formar um retângulo com quatro peças quadradas e determine o perímetro dessa nova figura geométrica, levando em conta o relevo Braille (..) na horizontal como o comprimento da peça, cujo valor é “x” (FIGURA 17).

PQ: como você sabe que o comprimento e a largura da peça valem x?

PDV: pela forma quadrada, mas deveria ter o relevo Braille em todos os lados, porque quando junta para fazer outras formas como a do retângulo para mim é complicado identificar.

PDV: consigo determinar o comprimento, porém na parte inferior da peça não consigo identificar o relevo.

PQ: como você reconhece uma forma retangular?

PDV: à parte de baixo e igual à parte de cima, então temos duas medidas iguais até aqui, da 8x, mas a largura x, como são duas, da mais 2x. Somei como fosse o contorno de um terreno, logo da 10 x, que é um monômio.

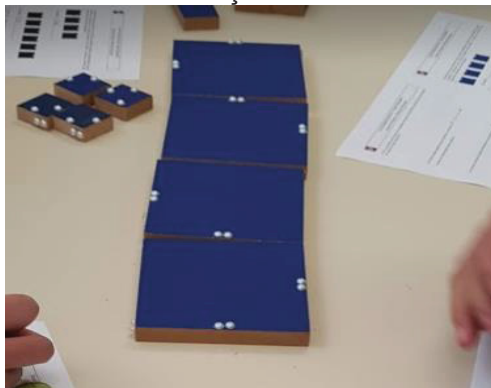
PDV: Professora acabei de fazer uma adição, mas como chama essa operação com letras?

PQ: efetuou uma adição de monômio.

PDV: Ebaaa!! Já entendi que uma adição de monômios diferentes de um binômio, trinômio ou um polinômio!! Agora vou poder fazer atividades de Física e Química.

A FIGURA 17 apresenta a representação realizada pelo PDV no diálogo acima.

**FIGURA 17 - ADIÇÃO DE MONÔMIOS**



Fonte: autora, 2019.

Pelo diálogo é possível constatar o desenvolvimento da atividade, as descobertas e os resultados em que os três princípios do DUA estão envolvidos, na forma de ler, decodificar e representar as informações. O Princípio I do DUA surge ao manipular as Placas Algébricas e foram perceptíveis pelo seu encantamento na execução da atividade, as suas ações e expressões. O Princípio II do DUA foi refletido por meio de gestos “vibrando com as mãos ou apertando-as”, por intermédio da linguagem oral PDV: “Ebaaa... agora posso ser Engenheiro!” e tátil PDV: “estas placas me ajudam muito a imaginar as formas geométricas e a entender a diferença entre as letras, assim consigo efetuar as operações”. O Princípio III, que corrobora com as afirmações de Vygotsky (1997, p. 70), enfatiza como particularidade do “cego” a atenção que “consiste na força peculiar da concentração das excitações do ouvido e do tato, que chegam sucessivamente ao campo do conhecimento” (VYGOTSKY, 1997, p. 70).

Estes fatos comprovam que a utilização das Placas Algébricas favoreceu a construção de conceitos matemáticos mediante as imagens mentais por intervenção do tato pelo PDV, o que despertou diferentes habilidades intrínsecas do participante, em conformidade com os três princípios do DUA.

Ainda, a utilização de materiais manipuláveis corrobora com a proposição de Kallef (2016, p. 58:

[...] que as descobertas realizadas pelo aprendiz com os materiais manipulativos concretos são parte importante do processo de aprendizagem para o entendimento do significado de um novo conceito ou novas relações, mas tais descobertas não se constituem em todo o processo mental envolvido. (KALLEF, 2016, p.58).

Visto que, [...] “por trás de cada material, se esconde uma visão de Educação, de Matemática, de homem e de mundo; ou seja, existe subjacente ao material, uma proposta que o justifica” (FIORENTINI; MIORIN, 1990, p. 2).

Nesse momento, verificamos novamente na pesquisa, o processo de intervenção das Placas Algébricas numa relação, a qual deixa de ser direta e passa a ser mediadora por esse elemento (VYGOTSKY, 1993). As Placas Algébricas exerceram a função mediadora em todo o processo de ensino e aprendizagem nas operações com polinômios, evidenciados durante a aplicação da sequência de atividades, principalmente quando o PDV, por meio da exploração tátil – Princípio III do DUA –, demonstra abstração do conceito de perímetro e área das operações a partir das informações presentes - Princípio I do DUA - na sequência didático-pedagógica e o diálogo constante – Princípio II do DUA – entre o PDV, PR e PQ. Podemos evidenciar esse processo de diálogo constante durante a aplicação da sequência didático-pedagógica que culmina com os registros realizados pela PQ.

PDV: hoje eu vou aprender soma e multiplicação de polinômios?

PR: sim vamos, para isso vamos separar as Placas Algébricas de acordo com a proposta da atividade e prestar a atenção nas orientações da “PQ”.

PQ: agora que todos receberam a folha de exercícios, começaremos a resolução da atividade, primeiramente com as Placas Algébricas, discutir os resultados para então fazer os registros algébricos.

PDV: como vou fazer isso “PR”? Vocês podem me ajudar?

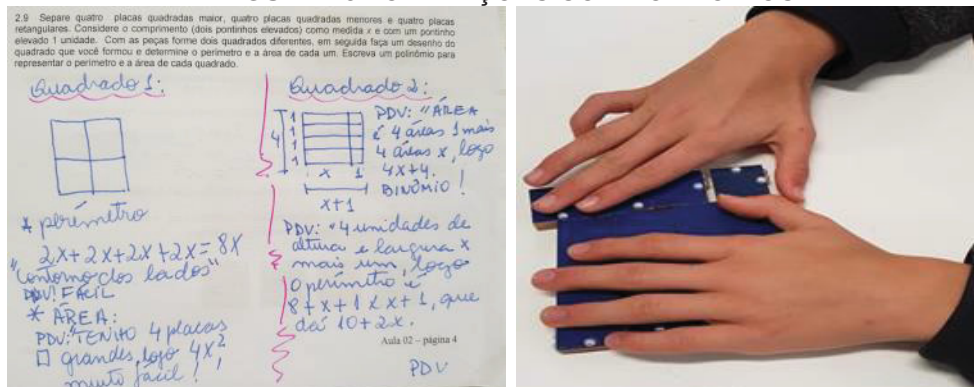
PQ: Preciso que um dos participantes sente junto ao “PDV” para fazer as representações com as Placas Algébricas, enquanto a “PR” fará a leitura da sequência da atividade.

PR: “PQ” você ficar nesse grupo, enquanto eu vou acompanhar os demais participantes.



Os resultados foram registrados por PQ, como apontamos na FIGURA 18.

**FIGURA 18 - OPERAÇÕES COM POLINÔMIOS**



Fonte: a autora, 2019.

A atividade apresentada na FIGURA 18 teve como objetivo favorecer a operação de multiplicação de monômio por monômio e de monômio por polinômio, em que o comando foi separar (função executiva) – Princípio II, quatro placas quadradas maiores, quatro placas quadradas menores e quatro placas retangulares-. Considerando-se o comprimento (dois pontinhos elevados - código Braille – que representa a letra “C” nesse sistema) como medida “x” e com um pontinho elevado (que representa a letra “A” no sistema Braille) a unidade, formar dois quadrados diferentes. Na sequência efetuar as representações: com o material, com desenho, de forma oral e algébrica dos polinômios que representam a área e o perímetro. O que comprova o Princípio III do DUA, pois fizeram múltiplas representações de modo flexível respeitando diferentes ritmos e estilos de aprendizagem favorecendo a compreensão de conceitos.

Percebeu-se a interação entre os participantes P4, PDV que formavam os quadrados em conjunto, favorecendo o envolvimento dos participantes por meio de formas alternativas de aprendizagem – Princípio II do DUA. Conforme a orientação da atividade P4 auxiliava o PDV na execução do que foi proposto dispondo as Placas Algébricas e discutiam os resultados, atendendo os três princípios do DUA, ou seja, múltiplos meios de ação e expressão, representação e engajamento.

O registro do relato do PDV foi efetuado pela PQ e podem-se constatar as contribuições no relato dos participantes:

P4: consegui “armar” os polinômios, temos monômios e binômios que formam quadrados.

PDV: no primeiro quadrado, juntei quatro placas quadradas grandes e eu formo um quadrado perfeito de área  $4x^2$  e através do contorno dos lados tenho o perímetro  $8x$ , muito fácil.

P4: quando montei o segundo quadrado percebi que um lado é  $x+1$  e o outro lado é 4, logo estamos multiplicando 4 por  $x+1$  que dá a área  $4x+4$ , legal!

PDV: no segundo quadrado eu agrupei quatro retângulos que dá  $4x$  e quatro peças quadradas menores que dá 4, aí o resultado dá  $4x$  mais 4, tenho um binômio!

Os participantes, em especial o PDV, construiu um quadrado por meio da exploração tátil. Isto confirma Vygotsky (1993), quando o autor afirma que a lacuna gerada pela cegueira sobre experiências visuais pode ser minimizada por outros canais perceptivos como a utilização de representações concretas.

O que proporcionou ao PDV elementos concretos presentes nas Placas Algébricas, que vinculou diálogos com o PDV, Professora Regente e Professora Pesquisadora, referentes ao ensino de operações com polinômios. De acordo com o que propõe Freire (2016b, p. 21) “assim como no ensino em todos os seus passos, e indispensável o diálogo entre todos os participantes do processo educativo-docente.” (FREIRE, 2016b, p. 21).

Nessa linha de pensamento, percebemos que durante as aplicações das atividades ocorreu a interação entre os participantes, possibilitando a troca de experiências e a socialização de conhecimentos. Considerando esse pensamento, observamos que a aprendizagem só acontece quando o indivíduo é participante de um grupo social e convive com outras pessoas provocando trocas de informações e, assim, controle o seu conhecimento de acordo com o seu desenvolvimento e biológico. Para Vygotsky (1991, 2001 apud CAMARGO; FARIA, 2018, p. 81):

[...] a consciência é social e historicamente determinada, sendo suas funções constitutivas dos modos de pensamento. Nesse sentido, as práticas de ensino não somente influenciam o desenvolvimento, mas também promovem a reestruturação das funções psicológicas superiores. (VYGOTSKY, 1991, 2001).

Diante dessas considerações, trazemos as contribuições dos participantes obtidas no questionário final em relação à questão “Relate como você gostaria que fossem utilizados os materiais manipuláveis táteis – Placas Algébricas para aprender Matemática na escola?” presente no Apêndice H.

P3: do mesmo modo que aprendemos nas aulas, usando o material para fazer o exercício e conversando com o amigo sobre o resultado.  
 P5: gostaria de usar mais vezes, pois entendo mais como fazem os agrupamentos para achar a expressão algébrica final.  
 P6: com os materiais, é muito melhor para aprender Matemática.  
 P8: em aulas que aprendam álgebra.  
 PDV: quando for operações deste tipo, fazer a sequência de atividades junto com o material.

Essas respostas evidenciam o que Vygotsky (1997) afirma em seus estudos sobre a necessidade de interação com os objetos de aprendizagem num ambiente social real, no qual os parceiros mais experientes orientam os parceiros menos experientes. A troca de ideias e a contribuição entre os participantes são fundamentais para o avanço individual e coletivo deles na construção do conhecimento.

De acordo com PR, dos 11 participantes, havia três no início da pesquisa que eram apáticos e pouco interagiam na aula, mas durante a aplicação das atividades esses participantes (P1, P6 e P10) prontificaram-se a realizá-las. Isto comprova que as estratégias de ensino promovem o envolvimento e a atenção dos participantes por meio de formas alternativas de aprendizagem comprovando o Princípio III do DUA: favorecer diversas formas de engajamento que abarcam: a auto-regulação, interação, socialização e o interesse.

Quanto à abstração de conceitos e propriedades ficam evidentes no momento em que a PQ modela as representações para produtos de acordo com as regras de sinais da multiplicação. O ápice dessa atividade foi quando o PDV abstraiu o conceito de “negativo”, associado à face com ranhuras das Placas Algébricas, no momento que foi apresentada a turma a modelagem da operação  $(+1)$  placa lisa com a face  $(-1)$ , o que se confirma no diálogo e o gestual realizado.

PQ: vamos modelar a situação  $(+1)$  vezes  $(-1)$ , placa quadrada menor azul com placa quadrada menor azul, o resultado é?

O PDV respondeu corretamente vibrando com as mãos: “é azul1!, um positivo!”.

PQ: peguem a placa quadrada menor azul correspondente a unidade (+1) e a placa quadrada menor vermelha/com ranhuras correspondente a menos um (-1). Qual será o valor da multiplicação de (+1), placa azul, com menos 1 (-1), placa vermelha/com ranhuras? O PDV separou as placas antes dos demais participantes e quando tocou a placa quadrada menor e associou a unidade (-1), ficou entusiasmado e rapidamente respondeu segurando em suas mãos a placa quadrada menor com ranhuras

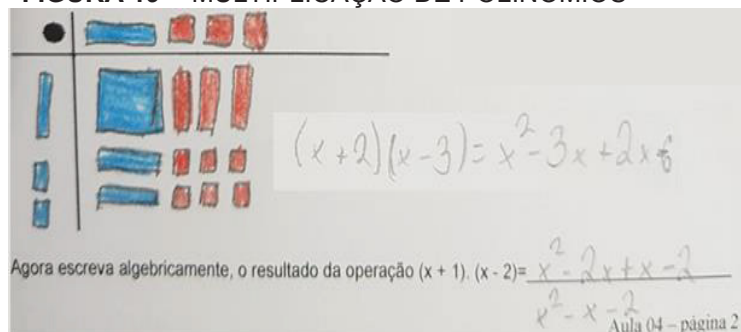
PDV: é negativo!!!, falou em voz alta: “Professora esse material esta me ajudando a aprender!”

Deste modo, a transcrição do diálogo confirma Freire (1999, p. 26) sobre o pensar certo requer “condições de verdadeira aprendizagem” em que “os educandos vão se transformando em reais sujeitos da construção e reconstrução do saber ensinar, ao lado do educador, igualmente sujeito do processo”, em que o “objeto ensinado é aprendido na sua razão de ser e, portanto”, verdadeiramente aprendido (FREIRE, 1999, p. 26).

Além disso, podemos constatar que o modo como executamos a representação – Princípio I do DUA -, contribui para auxiliar o professor na inclusão do PDV por meio do recurso didático na perspectiva do DU para a área visual. Tal fato pode ser verificado ao resolver com o material manipulável a operação  $(x+2).(x-3)$ . Para tal representação e execução foi necessário elaborar uma folha de multiplicação, representar os polinômios nos eixos horizontal e vertical, efetuar as operações necessárias, representar a solução por meio de desenhos, símbolos e linguagem algébrica.

Comprovamos mediante FIGURA 19 a representação.

**FIGURA 19 - MULTIPLICAÇÃO DE POLINÔMIOS**



Fonte: a autora, 2019.

A seguir transcrevemos o diálogo realizado durante a execução da atividade presente na FIGURA 19.

P1: essa tabela é muito legal! Agora entendo como representar os termos de uma multiplicação de um polinômio por outro.

P5: entendi que se eu multiplico um comprimento (x) por outro (x) posso representar por uma placa quadrada porque dá uma área quadrada.

P8: que legal quando multiplico o comprimento (x) pela placa quadrada menor vermelha, fica  $(-x)$ , primeiro da para ter certeza de dois jeitos: placas com cores diferentes pego a placa retangular vermelha, por causa do sinal ou sei que o comprimento (x) e multiplicado uma vez da (x) e as cores diferentes tem que ser negativo.

P10: eu prefiro desenhar os resultados, porque já entendi então vou colocando os desenhos na tabela e depois escrevo algebricamente e simplifico os resultados.

PDV: eu consigo fazer muito rápido!!! Agora entendo que estou distribuindo a multiplicação e consigo escolher as placas algébricas certas, assim oh: quando multiplico uma placa retangular lisa com outra retangular lisa, pego um quadrado liso, porque os lados são iguais. E um retângulo liso, com uma placa quadrada menor, pego uma retangular com ranhuras, porque são peças diferentes. Pode ser mais rápido ainda se você tem três placas quadradas menores com ranhuras vezes uma retangular lisa, já sei que tenho que escolher três placas retangulares com ranhuras, porque três vezes o retângulo com ranhuras é só pegar três placas retangulares com textura. Quando me davam a atividade no papel, mesmo sendo em Braille me confundia com os parênteses, ficava mais difícil de eu entender e, fazer a representação. Antes do material era mais difícil, agora ficou fácil.

Os relatos dos participantes confirmam as diferentes formas de representação como o desenho, o material concreto e a linguagem oral e algébrica, em que se percebe o uso intuitivo das propriedades associativa, comutativa e distributiva, bem como as estratégias usadas para efetuar as operações e simplificações. Deste modo, podemos concluir que dos três princípios do DUA, o Princípio I, o da representação, contribui em auxiliar o professor no ato de ensinar. Isso confirma Rose e Meyer (2002 apud ZERBATO, 2018, p. 58) “a base da representação é o próprio ato de ensinar”.

Percebe-se a mobilidade entre os conhecimentos prévios aos conceitos mais complexos, observados pela PQ na execução das atividades pelos participantes ao reconhecer que P1 aprendeu a representar a operação de multiplicação de polinômios- Princípio I; em P5, quando ele associou as dimensões para efetuar a multiplicação e abstraiu o conceito de área – Princípio II; enquanto o P10 usou os múltiplos meios para a representação dos

resultados: desenhos e símbolos. O PDV conseguiu empregar os três princípios do DUA quando elaborou estratégias para efetuar a multiplicação de polinômios – Princípio II, em seguida, ele escolheu as Placas Algébricas adequadas para fazer a representação do resultado- Princípio I; assim que reconheceu a propriedade distributiva conseguiu realizar a auto-regulação no seu processo de aprendizagem Princípio III. Propiciou oportunidades para o aprimoramento da linguagem, da expressão matemática e símbolos, propiciando aos participantes à compreensão de textos, símbolos e linguagens, adequando a forma de percepção das informações auditivas, visuais e concretas, que são estratégias do Princípio I o qual relaciona as situação - problema ao conhecimento prévio, permitindo a expressões por meio de desenhos, palavras, representação na linguagem matemática; propiciando a interação entre grupos heterogêneos, com participantes de níveis de aprendizagens cognitivas diferentes, com ou sem DV, no decorrer de atividades de aprendizagem coletiva, permitindo a interação e a socialização de saberes, favorecendo o ensino inclusivo da Matemática.

Conforme Vygotsky (1993), o processo de aprendizagem é mediado por meio de um signo<sup>6</sup>, é indispensável que se alcance a compreensão do significado deste signo, ou seja, foi necessário que PDV apropriasse do signo externo e transformasse em um signo interno, passando sua estrutura cognitiva sob a forma de uma representação mental, o que ficou muito evidente nas atividades realizadas pelo PDV.

As Placas Algébricas exerceram sua importância como recurso mediador da representação mental do conceito de multiplicação de polinômios, bem como, das propriedades: distributiva, comutativa e associativa. O que se comprova no seguinte relato:

PDV: estou fazendo a distribuição das placas na tabela, e tanto faz multiplicar as placas da linha horizontal com a da vertical, que a ordem não altera o resultado e quando juntamos os resultados da na mesma! Ebaaaa!! Aprendi!!

Em conformidade, Silva (2015b), afirma que

---

<sup>6</sup> No dicionário Houaiss, signo é “qualquer objeto, forma ou fenômeno que representa algo diferente de si mesmo”. A linguagem é composta de signos, exemplo, xícara, remete ao objeto concreta xícara.

Através dos materiais manipuláveis, podemos traçar um caminho para a formação de conceitos matemáticos para os estudantes. Estudantes que podem ser completamente diferentes em habilidades e competências. Dentre estas intrínsecas diferenças estão linguagens, limites, condições cognitivas, deficiências sensoriais, entre outras variáveis que podem surgir no âmbito educacional. (SILVA, 2015b, p. 44).

Nessa transição, considera-se que as Placas Algébricas podem dispor um importante papel nesse processo, tendo o potencial de catalisar experiências individuais de aprendizagem dos participantes, para contribuir para possíveis melhorias no material ou nas atividades propostas. O que se confirma com Kallef:

Cabe lembrar que o processo de aprendizagem criativa é progressivo e caracterizado pela interação, na mente do aluno, entre o novo conhecimento e o prévio, pois cada nova informação deve ser agregada a conceitos importantes já existentes na estrutura cognitiva do estudante (KALLEF, 2016, p.58).

#### 4.2.1 Adequação da tabela de multiplicação

As Placas algébricas cumpriram o seu propósito, no entanto a tabela para a multiplicação sofreu interferências de outro material (régua) para que pudesse ser utilizada de maneira adequada pelo PDV.

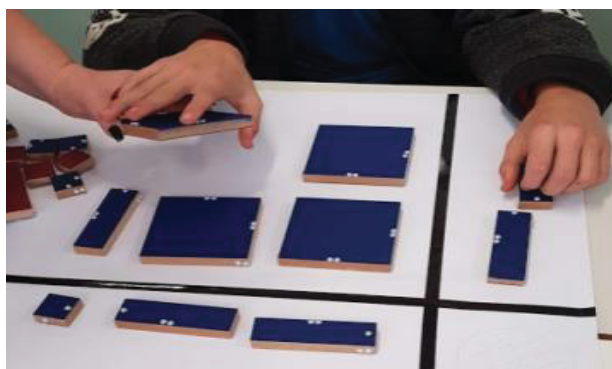
Salientamos que em todo e qualquer material utilizado em sala, de acordo com o Princípio III do DUA, existe a possibilidade de flexibilizar o mesmo para uma melhor utilização pelos estudantes.

Destacamos a observação realizada pelo PDV, referente à dificuldade em reconhecer os eixos horizontal e vertical para a distribuição dos termos dos polinômios (Placas Algébricas), bem como dispor os resultados da multiplicação, conforme relato do participante:

PDV: professora me auxilie aqui, pois não estou conseguindo organizar as placas no lugar certo, pois sei que  $x$  vezes  $x$  da  $x^2$ , e tem que ficar na segunda linha, na segunda coluna.

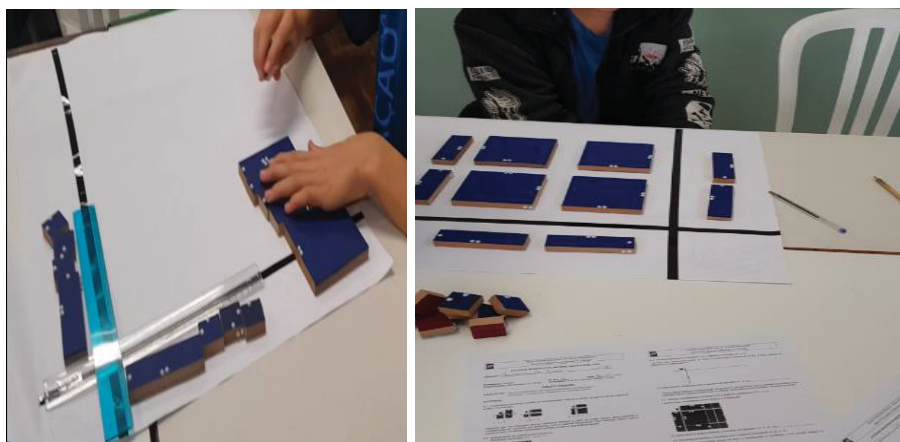
O que podemos comprovar na FIGURA 20.



**FIGURA 20 - TABELA DE MULTIPLICAÇÃO**

Fonte: a autora, 2019.

Após o relato do participante, a Professora Regente colocou duas régua sendo uma na posição horizontal e outra na vertical conforme FIGURA 21.

**FIGURA 21 - AJUSTES NA ATIVIDADE**

Fonte: a autora, 2019.

A fim de auxiliar o PDV no direcionamento das Placas, ficou evidente que ao colocar os resultados na tabela, o PDV perdia a direção na disposição das Placas Algébricas, nesse momento o participante contribuiu:

PDV: professora se você quadricular a folha de multiplicação em relevo vai me ajudar muito a organizar as Placas, porque eu quero que fique tudo arrumado no lugar certo, apesar de que já compreendi o resultado. Com a sua ajuda consigo deixar tudo no lugar certo.



Nesse sentido, Lorenzato (2010) afirma que para estudantes cegos ou não [...] “esse processo começa com o apoio nos sentidos e, assim, ele é aparentemente paradoxal, porque para se chegar no abstrato é preciso se partir do concreto”. (LORENZATO, 2010, p. 22.).

Comprovamos pela fala do PDV “facilitou muito o meu entendimento ter uma sequência de atividades mostrando no início como faz, e é muito bom fazer junto com o amigo e com a professora, fica mais claro e fácil de aprender”. Notou-se a fixação dos conceitos básicos nas operações com sinais, nas operações com potências e a simplificação de resultados, propiciando um engajamento de todos no processo de ensino e aprendizagem das operações com polinômios, suprimindo desta forma a defasagem de conhecimentos prévios.

Assim, nesse elemento de análise, o uso das Placas Algébricas proporcionaram oportunidades flexíveis de aprendizagem, atendendo aos três princípios do DUA, auxiliando-os nos múltiplos meios de representação, de ação e expressão, possibilitando o desenvolvimento de habilidades e estratégias para se atingir a abstração dos conceitos, propriedades, a fim de se atingirem as competências previstas. Por meio das Placas Algébricas, a resolução de operações com polinômios, proporcionou o engajamento de todos os participantes no processo de ensino e aprendizagem, contribuindo de forma eficaz para a inclusão do PDV nas aulas de Matemática. Logo, podemos considerar o MMT- Placas algébricas como recurso didático na perspectiva do Desenho Universal para a área visual.

#### 4.3 A PERCEPÇÃO DA PROFESSORA REGENTE QUANTO AO USO DAS PLACAS ALGÉBRICAS E A VIABILIZAÇÃO DO DUA EM SUA FORMAÇÃO CONTINUADA

Essa subseção apresentará o perfil da Professora Regente (PR), demonstrando sua vivência com estudantes com deficiência visual, as suas primeiras construções de materiais manipuláveis, abordando os desafios e possibilidades da inclusão em sua prática docente.

A PR possui 53 anos, trabalha sob o regime estatutário há 15 anos e leciona para os 8º anos e 9º anos do Ensino Fundamental Regular. As suas

classes contemplam estudantes no turno da manhã e no vespertino de 27 estudantes.

Sobre o que levou a PR a ser professora de Matemática há a transcrição:

PR: Iniciou-se no 2º ano do EF com a Dona Geralda pela maneira que relacionava os conteúdos com a realidade e o seu ensino tinha sentido e significado. A paixão pela Matemática despertou através dos ensinamentos do Professor Pedro (5º ao 9º ano), através de suas explicações didáticas, da sua metodologia de ensino.

Podemos perceber na fala e no testemunho da PR que a sua paixão pela Matemática teve influência da postura, práticas e do testemunho de vida de seus professores. Sobre isso Freire (2016b, p. 20) salienta:

A valorização social da função de professor esta fundada para a formação de indivíduos participantes da construção da sociedade e dos seus bens e valores [...] mas podemos, também, com nossa responsabilidade, preparo científico e gosto do ensino [...] contribuir para que os educandos vão se tornando presenças marcantes pelo mundo. (FREIRE, 2016b, p. 20).

Diante disso, podemos ressaltar que muitos aprendizes tornam-se mestres, o que aconteceu com a PR.

Perguntado se a PR procurou materiais adaptados para o ensino inclusivo para contribuir com a sua prática pedagógica ou se surgiu a necessidade de adaptar materiais para o ensino de determinados conteúdos matemáticos, tivemos como resposta:

PR: Muitos materiais. Utilizo bastante o Multiplano para o trabalho com a Geometria. Temos a professora da sala Multifuncional II que auxilia bastante na adaptação de materiais e principalmente nas avaliações.

Com a resposta da PR, perguntamos de que forma utilizou os materiais construídos:

PR: para introduzir conteúdo, para fazer atividades, para as avaliações.

Sobre a utilização desses materiais adaptados para os estudantes com deficiência visual em sala de aula, perguntamos quais foram as reações dos

estudantes (colegas de sala) mediante as situações a serem aprendidas juntamente com os colegas. A PR relatou:

PR: A reação deles é muito boa porque eles aprendem a entender as necessidades dos outros e ajudando os colegas, eles entendem melhor os conteúdos.

A resposta da PR enfatiza que o uso dos materiais adaptados traz grandes contribuições quando compartilhado entre os pares, desenvolve no estudante um olhar em relação às necessidades individuais e colabora com o aprendizado colaborativo. Dessa forma Ponte (2013) evidencia a recomendação curricular que tem a intenção de colaborar com a prática pedagógica utilizando em sala de aula os materiais manipuláveis. A saber:

Todas as salas de aula devem ser equipadas com conjuntos de materiais manipuláveis (por exemplo, cubos, placas, geoplanos, escalas, compassos, réguas, transferidores, papel pontado). Professores e alunos devem ter acesso ao material apropriado para desenvolver problemas e ideias para explorações. (PONTE, 2013, p. 87).

Com o intuito de verificar como aconteceram as primeiras construções de materiais pela PR para os estudantes com DV e as dificuldades enfrentadas pela PR, perguntamos como foi esse processo e a PR nos relatou:

PR: sempre na tentativa e erro. A professora da sala de recursos Multifuncional II foi a primeira a auxiliar com isso e depois do curso que tivemos aqui na escola descobri que não precisava fazer nada de espetacular, com materiais de difícil aquisição. Também decidi, para integrar os alunos com deficiência visual, colocar colegas da própria classe para auxiliar na construção de materiais. Isso aproxima muito o aluno com deficiência dos colegas.

O relato da PR apontou uma falha evidente no sistema educacional, a falta de capacitação para se trabalhar com estudantes DV. Ela percebeu por meio do curso realizado que a construção e/ou adaptação de materiais para o ensino inclusivo, não é um caminho difícil, mas que não se faz sozinho e exige estudo, reflexão e parceria com especialistas da área do ensino inclusivo. De acordo com Almeida (2004),

[...] o constante processo de formação, a necessidade de buscarmos respostas capazes de reconfigurar a profissão docente na direção de uma nova profissionalização, capaz de responder as exigências da diversidade e da mudança, marcas desse nosso tempo. (ALMEIDA, 2004, p.175).

Percebemos que a PR encontra-se no início de um processo de inclusão educacional de estudante com deficiência visual, mas que somente a interação e socialização entre os estudantes não é o suficiente para que ocorra a inclusão. De acordo com Vygotsky (1997 apud CAMARGO; FARIA, 2018, p. 37) considera que é

[...] imprescindível investigar e utilizar métodos, procedimento e técnicas específicas para que o processo de aprendizagem e desenvolvimento seja, realmente, efetivado. (VYGOTSKY, 1997)

Podemos evidenciar a preocupação da PR em superar as suas dificuldades em relação aos métodos, técnicas e procedimentos para o processo de aprendizagem quando a mesma percebe a dificuldade do estudante DV em relação aos conteúdos e colegas buscando melhorias para as suas aulas. Com isso, comprova-se que quando o professor insere-se no contexto inclusivo, fica inquieto diante da problematização e sai em busca de soluções o que corrobora com Freire (2016b, p. 17):

[...] professor se encontra inserido na densa realidade da vida dos homens em seu contexto social, econômico e político e está inseparavelmente tomado pela busca da superação. (FREIRE, 2016b, p. 17).

A busca pela superação começa a se tornar real a partir do curso de capacitação que a UFPR proporcionou aos docentes da instituição, que veio mostrar que é possível construir materiais para o ensino inclusivo, através da utilização de materiais simples e de baixo custo. A saber, o referido curso foi planejado quando a professora da Sala de Recursos Visuais do colégio em que a presente pesquisa foi realizada procurou o prof. Dr. Anderson Roges Teixeira Góes, orientador dessa dissertação, indicando as necessidades que possuía no trabalho de ensino da Matemática com estudantes cegos. Disto, surgiu essa parceria escola-universidade abordado tema surgido da demanda da sociedade para a Universidade.

Cabe ressaltar a satisfação da PR na sua capacitação para o ensino inclusivo e a importância do docente buscar formação continuada a fim de suprir lacunas na sua formação, procurando novos meios de “[...] se pensar a prática docente e propor ações de formação de professores que atendam a diversidade dos estudantes da escola regular.” (SILVA, 2015b).

Ao questionar a PR sobre quais os desafios na inclusão de DV que encontrou nas turmas em que trabalha atualmente, tivemos como resposta:

PR: ainda tenho muita dificuldade para trabalhar a álgebra desmembrada da Geometria.

Apesar de não compreender que seu trabalho está de acordo com os documentos oficiais, pois sente a necessidade desvincular dois campos da Matemática, a PR realiza o trabalho de Álgebra e Geometria de forma vinculada. Isto corrobora com as Diretrizes Curriculares Estaduais (PARANÁ, 2008a) favorecendo a aprendizagem de todos os alunos, pois

o conceito de álgebra é muito abrangente e possui uma linguagem permeada por convenções diversas de modo que o conhecimento algébrico não pode ser concebido pela simples manipulação dos conteúdos abordados isoladamente. Defende-se uma abordagem pedagógica que os articule, na qual os conceitos se complementem e tragam significado aos conteúdos abordados. (PARANÁ, 2008a, p. 52).

Em face desse pensamento, perguntou-se a PR como a PQ pode contribuir para auxiliar sua ação pedagógica no contexto da inclusão:

PR: Trazendo ideias e materiais para o ensino de operações com polinômios.

Deste modo, diante do que foi exposto nas falas da PR, a PQ visou atender as expectativas da PR na busca em apresentar uma metodologia voltada para o ensino inclusivo, através de um material adaptado na percepção do Desenho Universal (DU), em conjunto com atividades elaboradas de acordo com os três Princípios do DUA, que propicie a representação, a ação e expressão, e o engajamento a fim de se construir e ampliar os conhecimentos algébricos em específico as operações com polinômios.

Quanto à turma em que a pesquisa foi aplicada a PR relata que é bastante heterogênea, existindo a diferença de idade, entre 12 e 17 anos,

sendo um estudante com deficiência visual. Nesta turma só havia sido trabalhado as operações com monômios e os estudantes estavam com sérias dificuldades nas propriedades de potências e de sinais.

A percepção da PR quanto ao perfil de sua sala de aula, bem como as dificuldades por eles apresentadas nas operações com sinais e propriedades de potências corroboram com Freire (2016b, p. 162-164), sobre a importância da:

[...] leitura da classe como se fosse um texto a ser decifrado, a ser lido, a ser compreendido [...] precisamos exercitar ou educar a capacidade de observar, registrando o que observamos; [...] significa também, e ao lado desse registro, arriscarmos a fazer observações críticas e avaliativas. (FREIRE, 2016b, p. 162-164).

Abordou-se com a PR sobre os seus primeiros contatos com o material manipulável tátil e as placas algébricas. Ela entendeu que esse material seria somente importante para o estudante DV, mas ficou surpresa ao perceber que o material melhorou a compreensão do conteúdo desenvolvido por todos os estudantes, sanando as dificuldades encontradas pelos mesmos, o que podemos comprovar em seu relato:

PR: A princípio achei que seria (interessante), importante somente para os alunos com DV. E na realidade, acabou sendo para todos os alunos que possuem lacunas nos conceitos básicos, que já haviam sido trabalhados anteriormente, tais como operações de adição, subtração, multiplicação e divisão de monômios. O que superou minhas expectativas foi que o material ajudou a fixar conceitos vistos em séries anteriores. O primeiro contato dos alunos com o material tátil foi muito bom, pois é uma turma que gosta de atividades diferentes.

Por meio do relato da PR foi possível perceber como se deu o primeiro contato dos participantes videntes com o material proposto e, também, como foi o contato para o PDV, ou seja, percebeu-se uma preocupação dos estudantes em resolver as atividades de forma sequencial para não prejudicarem o estudante DV que necessita de auxílio para uma melhor aprendizagem, o que podemos constatar no relato da PR.

PR: Que já no primeiro contato, colaboraram e foram utilizando sequencialmente o material conforme a atividade proposta, pois já estão acostumados a trabalhar com materiais voltados para inclusão e respeitam a organização sequencial, pois sabem que se “pularem”

o aluno cego fica atrasado. Alguns alunos estão um passo à frente e vão além do que você pensou para eles. O aluno DV sentiu-se importante com a preocupação de criar-se um material pensando no seu aprendizado, pois ele mesmo com deficiência visual está além cognitivamente de alguns alunos.

Observando o relato da PR é notável que o material didático precisa estar aliado ao planejamento proposto pelo professor, confirmando assim o que propõe Kallef (2016, p. 60) ao afirmar que:

Para que o recurso didático seja uma ferramenta eficaz na sala de aula, é também relevante que o professor tenha consciência da importância de suas funções para o desenvolvimento das habilidades e dos conceitos matemáticos. (KALLEF, 2016, p. 60).

Visto que o papel do professor na implementação de material didático, é fundamental conforme propôs Kallef (2016, p. 60), assim foi questionado a PR sobre os desafios encontrados ao utilizar esse material, o que conforme a PR relatou:

PR: as primeiras vezes o contato foi complicado pelo fato de não ter elaborado e planejado uma sequência de atividades, mas no decorrer das aulas a utilização passou a ser simples e de fácil adaptação.

A colocação da PR enfatiza que primeiramente foi um desafio a utilização do material e notou a necessidade de planejar a inserção destes materiais, porém com a prática foi integrado à aula. No entanto conhecer como se deu a preparação para essa nova perspectiva de material em sala de aula tornou-se necessário, assim, a PR posicionou-se da seguinte forma perante a esse questionamento:

PR: Na verdade, uso outros materiais de inclusão e faço atividades em grupo com o objetivo de promover interação entre eles. Li as orientações de atividades que a PQ preparou e antes de aplicar preparei o ambiente e a divisão de grupos. Tive uma conversa com os alunos a respeito da aplicação da pesquisa, apresentação da PQ e do preparo da pesquisa. A minha expectativa era desmanchar os grupos que eram fechados desde o ano anterior, que só foi possível com a aplicação desse material.

Para tal, o aprendizado deve ser adequadamente organizado pelo professor que na interação com os estudantes e o recurso didático tem o

conhecimento específico para mediar a aquisição de novos saberes (VYGOTSKY, 1997).

Considerando as primeiras atividades com as Placas Algébricas materiais desenvolvidos para o ensino de polinômios, a PR observou que primeiro se desenvolveu a construção das operações de adição e subtração de polinômios com a utilização do conceito de perímetro e na sequência a multiplicação usando-se áreas.

Já a sua percepção em relação aos participantes em um primeiro momento, no decorrer da aplicação da pesquisa, demonstra pouco interesse que se alterou no decorrer da atividade, momento que passaram a vibrar com suas descobertas por verem que conceitos anteriores não fixados, agora eram compreendidos. O que se confirma no relato da PR.

PR: Eles tomaram como uma revisão e fizeram as atividades rapidamente. A princípio não deram muita importância (quando conheceram). Quando começaram a manipular aí eles mudaram de opinião e viram que começou a suprir os conceitos básicos não fixados anteriormente (operações com monômios), pois cometiam erros básicos de adição de termos semelhantes e propriedades das potências de 'x' por ex.:  $3x+4x=7x^2$  e  $x^2+x^2=x^4$ . Com o auxílio do material eles conseguiram construir os conceitos de forma adequada. Foi observado mais interesse em fazer as atividades com muito capricho e atenção. Percebeu-se bastante interação entre eles. Na atividade distributiva de monômio por polinômio e polinômio por polinômio com o uso da tabela de multiplicação ficaram entusiasmados e entenderam bem o conceito de distribuir a multiplicação. Vibraram com as descobertas, pois já tinham visto os conceitos anteriormente de outras formas, mas não tinham fixado e ainda solicitaram mais atividades.

Para o aperfeiçoamento das Placas Algébricas, deixou-se espaço para que a PR após a aplicação do material manipulável tátil pudesse fazer contribuições para a sua ação pedagógica, em que observou a necessidade de uma alteração na atividade que uma melhor utilização pelo PDV. De acordo com a afirmação da PR.

PR: O que precisa melhorar para o PDV deve haver uma tampa de caixa invertida (limite na mesa), não sendo muito grande, para o aluno utilizar as Placas Algébricas, pois espalha em todas as atividades, algo que pudesse mudar conforme a figura, que prendesse a figura e tivesse "canaletas" de orientação.



Após aplicação da atividade da multiplicação de polinômios por polinômios, percebeu-se a necessidade de alguns ajustes, os mesmos foram realizados pela PQ e PR comumente, conforme foram detectados durante a realização da atividade.

PR: O ajuste foi solicitado na atividade da tabela de multiplicação onde o aluno coloca os resultados, faz-se necessário colocar linhas (relevo) para que as Placas algébricas não escorreguem e o aluno consiga “manter” os resultados da multiplicação. Precisava retomar conceitos básicos antes de iniciar a sequência, não precisando modificá-la. O PDV vibrava com as descobertas e o principal foi o entendimento da ideia do negativo, utilizando a tabela da multiplicação. Também foi possível realizar a operação de forma inversa, a partir do quociente para encontrar os termos da divisão.

O relato da PR corrobora com Freire (2016b, p.19):

O ensinar se faz na partilha pela participação dos conhecimentos como bens produzidos pelas companheiras de jornada e pela leitura de mundo que se vão construindo. (FREIRE, 2016b, p. 19).

Ao ser questionada a respeito das reações dos estudantes mediante a situações que buscavam auxiliar e aproximar os colegas juntamente ao colega DV, a PR declarou que:

PR: Eles se revezavam para ajudar. Sempre tinha um colega para auxiliar. Melhorou a interação entre eles, pois muitas vezes o aluno DV fica isolado e esta atividade proporcionou aproximação entre eles. E mesmo alunos que não conversavam, interagiram e montaram o material para o aluno, auxiliaram, conversaram coisa que não faziam anteriormente. Principalmente os grupos, eram fechados e foram abrindo-se e trocando as equipes por conta própria.

O que podemos confirmar em Freire “o testemunho da professora é a forma mais consciente de ensinar valores da vida e das relações humanas” (FREIRE, 2016b, p. 22). O envolvimento integrando partilha – ação implica em geração de conhecimento, ciência e teoria. Dessa forma todo trabalho desenvolvido a partir de um objetivo específico irá apresentar resultados positivos ou não. Sendo assim os resultados alcançados nesse trabalho foram observados pela PR.

PR: Além de conseguir fixar o conteúdo desenvolvido, retomaram conteúdos básicos, descobriram que, por exemplo, a soma dos

opostos resulta zero, o que ajudou principalmente para resolver as equações maiores. Através dos conceitos de perímetro, área para entender as operações algébricas, com o uso das placas algébricas auxiliaram a visualização, a representação de conceitos e a sua própria construção.

O posicionamento da PR em relação aos resultados alcançados demonstra que o Professor deve considerar os três princípios do DUA ao planejar a sua aula, o que permite o acesso aos conteúdos escolares por todos os participantes, possibilitando a eliminação de possíveis barreiras que possam existir, corroborando assim com as afirmações de CAST (2011, p. 10).

Professores eficazes devem ser criativos e engenhosos na concepção de ambientes de aprendizagem flexíveis que abordem a variabilidade de alunos utilizando uma gama de soluções [...]. O objetivo do DUA é criar ambientes nos quais todos tenham a oportunidade de se tornarem aprendizes especializados, e os meios para chegar lá, seja ele técnico ou não-tecnológico, devem ser flexíveis [...]. A tecnologia deve ser cuidadosamente planejada no currículo como forma de alcançar os objetivos (CAST, 2011, p.10).

Partindo-se desse pressuposto, tomando como base os princípios DUA, podemos afirmar que a utilização das placas Algébricas como estratégia para processar a informação adquirida, e como ferramenta mediadora no processo de ensino e aprendizagem foi além de ressignificar conceitos básicos da matemática, propiciou a construção e fixação de conceitos de operação com polinômios. Com isso, tornou-se possível a compreensão do conceito, princípio I do DUA, sobre de polinômio e suas as operações fundamentais.

As percepções da PR, nos leva a salientar a importância da formação continuada do professor frente à construção/adaptação de materiais didáticos na perspectiva do DUA direcionado à inclusão de pessoas com deficiência visual.

#### 4.4 SÍNTESE DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram apresentados os resultados e análise. Na primeira análise foi realizada a verificação do material com relação aos princípios do DU, de uso igualitário, das necessidades dos estudantes com diferentes habilidades, se as informações eram fáceis e perceptíveis e o material era seguro.

A manipulação das Placas Algébricas proporcionou indícios que seu uso simples e intuitivo por meio da mediação de forma motivadora, levou os participantes com capacidades diferentes a se interessarem pelo material e o seu manuseio aconteceu de forma fácil.

Os participantes conseguiram compreender conceitos matemáticos e realizar as operações fundamentais. Durante as explicações das atividades foi possível perceber a interação entre os participantes, a troca de experiências e a socialização dos conhecimentos. Por meio das Placas Algébricas propiciaram-se as diferentes formas de representação, oportunidades para a percepção e o uso adequado das informações, possibilitando o aprimoramento da linguagem Matemática.

A segunda análise consistiu em verificar as Placas Algébricas como recurso promotor de aprendizagem referente ao conteúdo de álgebra pelos estudantes e o DV, bem como a análise do material como ferramenta mediadora do processo ensino e aprendizagem e que contribuições esse material, na perspectiva do DU, atende a necessidade educacional do PDV.

Esse material facilitou a aprendizagem ampliando as habilidades, garantindo a flexibilidade no uso para todos os participantes na construção e representação de conceitos matemáticos e as relações exploradas por meio dele.

Foi perceptível que durante a aplicação das atividades ocorreu à interação entre os participantes e o PDV, o que possibilitou a troca de experiências e a socialização de conhecimentos. Constatamos que a aprendizagem e a abstração de conceitos e propriedades quando se modelou as representações por meio das Placas Algébricas.

Como terceiro elemento de análise, verificamos a percepção da PR quanto ao uso das Placas Algébricas e a viabilização do DUA em sua formação continuada.

Deu-se início a esse elemento de análise por meio de um questionário elaborado pela PQ em que foram abordados temas como o perfil da PR, a construção e/ou adaptação de materiais para DV, desafios que foram enfrentados por ela no ensino inclusivo.

Após a aplicação da pesquisa, por meio de questionário, foi analisado a sua percepção em relação à utilização das Placas Algébricas e se essas foram facilitadoras da aprendizagem, da integração do PDV no processo de ensino e aprendizagem.

Considerando estudos desenvolvidos pela Professora Pesquisadora relativos à adequação do material na perspectiva do DU, em discutir o uso das Placas Algébricas como promotora da aprendizagem, nos Princípios do DUA, no ensino das operações com polinômios, a percepção da Professora Regente, em relação a utilização das Placas Algébricas no processo de ensino e aprendizagem, bem como a inclusão do estudante DV no processo de ensino e aprendizagem. Concluímos que o Placas Algébricas proporcionaram oportunidades flexíveis de uso e de aprendizagem baseadas nos princípios de DU e DUA, possibilitando o desenvolvimento de habilidades e estratégias atingindo a abstração de conhecimentos e propriedades. O engajamento de todos os participantes no processo de ensino e aprendizagem e na resolução de operações com polinômios foi possível por meio das Placas Algébricas, que contribuíram de forma eficaz para a inclusão do PDV nas aulas de Matemática.

Quanto às percepções da PR, evidenciamos a importância da formação continuada do professor diante da problemática de se construir e/ou adaptar materiais didáticos, na perspectiva do DU, voltado para a aprendizagem, dentro dos Princípios do DUA, proporcionando a inclusão de deficientes visuais.

Diante do descrito nessa subseção, o próximo capítulo apresenta as considerações finais dessa dissertação.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desejo em realizar esta pesquisa foi em apresentar possibilidades de abordar a Matemática para pessoas com deficiência visual na escola em uma proposta inclusiva e, também, promover a capacitação de professores que os atendam. Assim, cabe retomar o desafio desta pesquisa acadêmica que é apresentar um material didático manipulável tátil dentro da perspectiva do Desenho Universal para Aprendizagem (DUA).

Assim, a presente pesquisa teve como objeto o material manipulável tátil – Placas Algébricas dentro da perspectiva do DUA para a área visual, buscando contribuir com a compreensão de conceitos matemáticos relacionados a polinômios num ambiente de sala de aula onde haja estudante com deficiência visual, para realizar, dessa forma, a sua inclusão.

Para atingir o objetivo geral se estabeleceu os objetivos específicos, iniciando pela análise da abordagem histórica da legislação voltada à inclusão para compreender como estão ocorrendo às pesquisas nesse campo de estudos. Nessa perspectiva, de um ensino inclusivo, verificamos a existência dos documentos no âmbito internacional e nacional que asseguram o direito a uma educação de qualidade para todos os estudantes, sejam eles com NEE ou não. Esses documentos procuram garantir que o aprendizado seja eficaz às necessidades educacionais de todos os alunos. O que de fato não ocorre efetivamente, pois, tanto a escola e os professores não foram preparados para essa mudança, prevalecendo ainda barreiras físicas e atitudinais para a inclusão. (CONTE; GÓES, 2018).

A fim de evidenciar como as instituições de ensino devem cumprir as normas de acessibilidade para materiais didáticos, o segundo objetivo específico foi discutir o Desenho Universal na área educacional.

O Desenho Universal (DU) foi idealizado para a concepção de produtos e ambientes de modo que pudessem acolher a todos, independentemente das condições físicas de cada um (CAST, 2011). Partindo dos recursos da Tecnologia Assistiva que se baseiam na pesquisa do cérebro e mídia para ajudar educadores a atingir todos os estudantes a partir da adoção de objetivos

de aprendizagem adequados, escolhendo e desenvolvendo materiais e métodos eficientes a fim de garantir a aprendizagem por todos (CAST, 2012).

Ao realizar as buscas por trabalhos acadêmicos presentes no Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior (CAPES), evidenciou-se que nenhum dos trabalhos analisados desenvolveu materiais na concepção do Desenho Universal. O trabalho que mais se aproximou a presente pesquisa, por pesquisar e adaptar materiais nessa concepção foram o trabalho de Silva (2015b) que buscou explorar possibilidades e novos conhecimentos, a fim de tornar os materiais acessíveis para cegos e para qualquer pessoa sem necessidade de adaptação.

Com isso, a presente pesquisa trouxe discussões que parecem não haver na literatura com os descritores utilizados nas buscas, propondo uma intervenção por um material adaptado na perspectiva do Desenho Universal para a área visual, para atender as necessidades dos estudantes com diferentes habilidades. O material adaptado, denominado de Placas Algébricas, favoreceu a representação de conceitos matemáticos e relações exploradas por meio dele, propiciando o uso e o manuseio do material de forma igualitária atendendo os Princípios do DU. Esse material foi aplicado utilizando uma sequência-didático-pedagógica para a implementação das Placas Algébricas com base nos princípios do DUA a fim de analisar esse recurso didático como promotor da aprendizagem.

Dentre os resultados, pode-se afirmar que o DUA permite ao Educador uma flexibilidade ao preparar as atividades de acordo com os três princípios, buscando minimizar as dificuldades apresentadas inicialmente pelos participantes, sem ser uma forma rígida de ensino (CAST, 2011). Todavia, os instrumentos utilizados em sala não foram satisfatórios à compreensão de simples operações, fato evidenciado no início da pesquisa em que a maioria teve dificuldade no entendimento da multiplicação de potências, pois realizavam “x vez x igual a dois x” ( $x \cdot x = 2x$ ). Após a aplicação da pesquisa, os participantes abstraíram o conceito e construíram o conceito de forma adequada por meio das Placas Algébricas, o que se evidenciou na importância do fazer e do construir junto com atividades dirigidas voltadas para o ensino inclusivo.

O trabalho com as Placas Algébricas mostrou-se uma base sólida ao ensino e ao aprendizado de Matemática, considerando a diversidade na sala de aula. Cabe ainda mencionar que durante a aplicação da pesquisa surgiram alguns obstáculos com relação a uma das atividades propostas, que foi a tabela de multiplicação, devido ao fato dela ter sido elaborada para estudantes sem necessidades especiais. Embora houvesse preocupação com estudante DV, verifica-se a necessidade dos materiais didáticos serem analisados e testados previamente pelo estudante DV. Esse resultado nos mostra que ao construirmos um material didático educacional voltado às necessidades educacionais de alunos com deficiência visual é de suma importância o envolvimento destes no processo de elaboração e aplicação do material para que, assim, o professor de matemática tenha mecanismos de ensino e dessa forma inserir o educando em todo o processo de ensino e aprendizagem em matemática. A importância da elaboração do material didático adaptado direcionando sua construção de acordo as necessidades educacionais dos alunos com deficiência visual, na qual o estudante deve participar do processo de construção e aplicação do material para que de tal forma o professor de matemática possa ter estratégia de ensino e dessa forma inserir o discente em todo o processo de ensino e aprendizagem em matemática.

Precisa-se ter em mente que uma escola voltada para o ensino inclusivo, necessita do desenvolvimento de novas metodologias que utilizem materiais didáticos diversificados, no desenvolvendo de múltiplas linguagens (oral, escrita, desenhos) a fim de propiciar aprendizagem Matemática que forneça instrumentos ao estudante para uma vida social, enquanto indivíduo integrante no mundo em que vive.

O que corrobora com Serrazina (1990) no sentido de que a aprendizagem funda-se “na experiência, e na construção de conceitos matemáticos, que requer o envolvimento ativo do aluno que vai progredindo do concreto para o abstrato” (SERRAZINA, 1990).

Quanto à percepção da PR em relação ao uso das placas algébricas foi de que ajudou a fixar conceitos vistos em séries anteriores, auxiliou a visualização, a representação de conceitos e a sua própria construção, bem como melhorou a interação e socialização de conhecimentos entre os estudantes. O que muito contribuiu para superar desafios referentes à inclusão

do estudante com deficiência visual. O que demarcou alguns desafios encontrados no desenvolvimento deste trabalho, dentre eles a dificuldade em encontrar professores que ensinam matemática em classes inclusivas que se encontrem preparados para a construção e /ou adaptação de materiais nesta perspectiva. Como projeções futuras espera-se que esta pesquisa sirva como base para outros estudos, podendo oferecer subsídios para que haja modificações em currículos, metodologias de ensino, instrumentos de avaliação, materiais adaptados e/ou construídos na perspectiva do Desenho Universal. Devemos refletir sobre a qualificação, capacitação e aperfeiçoamento de todos os que atuam na escola e sobre a formação inicial dos futuros educadores, com a intencionalidade de ressaltar aspectos referentes ao ensino de estudantes com deficiência, contribuindo assim para a educação inclusiva.

As análises da pesquisa mostraram a percepção dos estudantes com relação ao uso das PA e suas contribuições para construção de conhecimentos algébricos, bem como a ressignificação e a fixação de conceitos básicos matemáticos. Além disso, mostraram maior interesse em realizar as atividades propostas e a sua preocupação para compreender e concluir as mesmas. Os estudantes que não se relacionavam com o estudante com deficiência visual, incluído em sala desde o início do ano letivo, buscaram interagir e ajudar na resolução das atividades. Devido à adaptação do material na perspectiva do Desenho Universal foi possível verificar em muitos momentos que o estudante com deficiência visual realizou as atividades com maior facilidade e entusiasmo, auxiliando os demais colegas do grupo, sendo assim, incluso no grupo de estudantes da sala de aula.

No decorrer da aplicação da pesquisa, houve fortes indícios de que o processo de construção, aplicação e elaboração de situações problemas envolvendo a exploração do material didático adaptado- Placas Algébricas- na perspectiva do DU para o ensino de operações com polinômios.

Desta forma, esta pesquisa contribuiu com uma metodologia para o ensino da álgebra utilizando materiais manipuláveis táteis adaptados na percepção do DU. O que demonstrou que materiais nessa concepção proporcionam formas de mediação, que não só permitiu ao PDV, mas todos os participantes do processo de aprendizagem, chegarem à construção dos



conhecimentos delineados para o ensino de Matemática. Todavia, podemos considerar o MMT- Placas Algébricas como recurso didático na perspectiva do Desenho Universal para a área visual.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. I. Docentes para uma educação de qualidade: uma questão de desenvolvimento profissional. **Educar**, Curitiba, n. 24, p. 165-176, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/er/n24/n24a08.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2019.

AMARO, D. G. **Análise de procedimentos utilizados em uma proposta de formação contínua de educadores em serviço para a construção de prática inclusiva**. 2009. 257 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

BERNARDI, O. C. **A Competência na compreensão e expressão do francês oral dos imigrantes da 1. série do 1. grau**. 1980. 49 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1980.

BEYER, H. O. **Inclusão e avaliação na escola**. Porto alegre: Mediação, 2010.

BOCK, G.; GESSER, M.; NUERNBERG, A. H. Desenho universal para a aprendizagem: a produção científica no período de 2011 a 2016. **Rev. Bras. Ed. Esp.**, Marília, v. 24, n. 1, p. 143-160, jan./mar., 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbee/v24n1/1413-6538-rbee-24-01-0143.pdf>. Acesso em: 29 out. 2019.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. 2017a. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category\\_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 27 jul. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 5296, de 2 de dezembro de 2004**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm). Acesso em: 02 nov. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009**. Promulga a convenção internacional sobre os direitos das pessoas com deficiência e seu protocolo facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007. Brasília, 2009. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm). Acesso em: 04 mar. 2018.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm). Acesso em: 04 mar. 2018.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (estatuto da pessoa com deficiência). Brasília, 2015. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm). Acesso em: 04 mar. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Código Matemático Unificado para a língua Portuguesa**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2006. Disponível em: [http://ead.ufac.br/ava/pluginfile.php/36779/mod\\_resource/content/2/codigo%20braille%20matematico%20unificado.pdf](http://ead.ufac.br/ava/pluginfile.php/36779/mod_resource/content/2/codigo%20braille%20matematico%20unificado.pdf). Acesso em: 22 set. 2019.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CAST. **Design for Learning guidelines – Desenho Universal para a aprendizagem**. Massachusetts: CAST Inc., 2011. Disponível em: [www.cast.org](http://www.cast.org). Acesso em: 02 nov. 2019.

CAST. CAST UDL Book Builder. **Learn about universal design for learning (UDL)**. Massachusetts: CAST Inc., 2012. Disponível em: <http://bookbuilder.cast.org/learn.php>. Acesso em: 03 out. 2019.

CAMARGO, E. P. Inclusão social, educação inclusiva e educação especial: enlaces e desenlaces. **Cienc. Educ.**, Bauru, v. 23, n.1, jan./mar. 2017. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132017000100001&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132017000100001&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em: 29 out. 2019.

CAMARGO, D.; FARIA, P. M. F. **Vigotski e a inclusão**: contribuições ao contexto educacional. Curitiba: Travessa dos Editores, 2018. 204 p.

CERQUEIRA, J., B.; FERREIRA, E. M. B. Os recursos didáticos na educação especial. **Rev. Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, ed. 15, jan/abr. 2000. Disponível em: <http://www.ibc.gov.br/?catid=4&itemid=57>. Acesso em: 29 out. 2018.

CONTE, M. R. B.; GÓES, A. R. T. **Educação Inclusiva**: práticas pedagógicas e ensino da matemática. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 6., 2018, Ponta Grossa. Anais... Ponta Grossa: UTFPR, 2018. Disponível em: <http://www.sinect.com.br/2018/selecionados.php>. Acesso em: 02 nov. 2019.

COSTA, A. B. **Uma proposta no ensino de fração para adolescentes com e sem deficiência visual**. 2013. 130f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

COSTA, O. S.; BECHARA, J. **Técnicas de cálculo e didática do sorobã**. Rio de Janeiro: Instituto Benjamin Constant, 1982.

DAMIANI, M. et al. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, Pelotas, n. 45, p. 57-67, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/3822/3074>. Acesso em: 21 nov. 2018.

DANNA, M. F.; MATOS, M. A. **Ensinando observação**: uma introdução. 3. ed. São Paulo: Edicon, 1996. 143p.

DANTE, L. **Projeto Teláris: matemática: ensino fundamental 2, 8º ano**. São Paulo, 2015. 320 p.

DEMO, P. **Habilidades e competências no século XXI**. 3. ed. Porto Alegre: Mediação, 2012.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y.S. **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. 2. Ed. Porto Alegre: Artmed: Bookman, 2006.

DIAS, C. E. **Matemática para cegos: uma possibilidade no ensino de polinômios**. Curitiba, 2017. Trabalho de Graduação (Disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2) – Curso Superior de Licenciatura em Matemática, Departamento Acadêmico de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9589/1/CT\\_COMAT\\_2017\\_1\\_02.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9589/1/CT_COMAT_2017_1_02.pdf). Acesso em: 29 out. 2019.

FIORENTINI, D.; MIORIM, M. A. Uma reflexão sobre o uso de materiais concretos e jogos no ensino de matemática. **Boletim da Sociedade Brasileira de Educação Matemática**, São Paulo, v. 4, n. 7, p. 5-10, 1990.

FERRONATO, R. **A construção de instrumento de inclusão no ensino de matemática**. 2002. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/8293>. Acesso em: 13 ago. 2018.

FREIRE, P. **Educação e Mudança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1993.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática Educativa**. 54. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016a.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 27. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999. 184 p.

FREIRE, P. **Professora sim, tia não: cartas a quem ousa ensinar**. 26. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2016b.

GABRILLI, M. **Guia sobre a Lei Brasileira de Inclusão**. (LBI). 2016. Disponível em: <http://maragabrilli.com.br/wp-content/uploads/2016/03/Guia-sobre-a-LBI-digital.pdf>. Acesso: 13 ago. 2018.

GÓES, H. C. **Expressão gráfica: esboço de conceituação**. 2012. 123 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) - Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/29001>. Acesso em: 04 fev. 2019.

GÓES, A. R. T.; GÓES, H. C. A expressão gráfica como tecnologia educacional na educação matemática. In: FOFONCA, Eduardo et al. (Org.) **Metodologias pedagógicas inovadoras: contextos da educação básica e da educação**

superior. Curitiba: Editora IFPR, 2018, p. 137-151. Disponível em: [https://reitoria.ifpr.edu.br/e-book-metodologias-pedagogicas-inovadoras-v-1\\_editora-ifpr-2018/](https://reitoria.ifpr.edu.br/e-book-metodologias-pedagogicas-inovadoras-v-1_editora-ifpr-2018/). Acesso em: 29 out. 2019

IBC. Instituto Benjamin Constant. **As diversas definições**. Disponível em: <http://www.ibt.gov.br/?catid=83>. Acesso em: 10 nov. 2018.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. Anísio Teixeira. **Censo da Educação Básica 2018**. Brasília: INEP, 2019. 66 p.: il. Disponível em:

<http://portal.inep.gov.br/documents/186968/484154/Resumo+T%C3%A9cnico+-+Censo+da+Educa%C3%A7%C3%A3o+B%C3%A1sica+2018/ea4da895-169f-44d3-9442-0b87a612c63c?version=1.3>. Acesso em 02 nov. 2019.

JANUÁRIO, G. **Materiais manipuláveis**: mediadores na (re)construção de significados matemáticos. 2008. 147 f. Monografia (Especialização) – Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão, Universidade de Guarulhos, Guarulhos, 2008. Disponível em: <https://docplayer.com.br/11141350-Gilberto-januario-materiais-manipulaveis-mediadores-na-re-construcao-de-significados-matematicos.html>. Acesso em: 30 maio 2019.

KALEFF, A. M. M. R. (Org.). **Vendo com as mãos, olhos e mente**: recursos didáticos para laboratório e museu de educação matemática inclusiva do aluno com deficiência visual. Niterói: CEAD/UFF, 2016. Disponível em: [https://drive.google.com/file/d/0B0M9GEU6FsoVRGRoQTZmWTRhTGM/view?usp=sharing\\_eid](https://drive.google.com/file/d/0B0M9GEU6FsoVRGRoQTZmWTRhTGM/view?usp=sharing_eid). Acesso em: 10 nov. 2018.

KAUSS, C. T. **Formação de professores e Educação Inclusiva**: representações sociais em construção. 2013. f.161. Dissertação (Mestrado em Letras e Ciências Humanas), Universidade do Grande Rio, Duque de Caxias, 2013. Disponível em: <http://tede.unigranrio.edu.br/handle/tede/280>. Acesso em: 28 jul. 2019.

KOBREN, R. C.; CORREA, W.; MINETTO, M. F. Um olhar para a criança com deficiência sob a perspectiva da complexidade. In: GUÉRIOS, Ettiène et al. (Org.). **Complexidade e educação**: diálogos epistemológicos transformadores. Curitiba: CRV, 2017. p. 177 -192.

KRANZ, C. R. **Matemática inclusiva**: o desenho universal e os jogos com regras. São Paulo: Diversa, 2017. [6 p.] Disponível em: <https://diversa.org.br/artigos/matematica-inclusiva-desenho-universal-jogos-com-regras>. Acesso em 7 nov. 2018.

LORENZATO, S. **Para aprender matemática**. Campinas: Autores Associados, 2006. 139 p.

LORENZATO, S. O Laboratório de ensino de matemática e os materiais didáticos manipuláveis. In: LORENZATO, S. (Org.). **O Laboratório de ensino de matemática na formação de professores**. 3 ed. Campinas: Autores Associados, 2010. 178 p.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2.ed. São Paulo: E.P.U., 2013. 112p.

LUIZ, N. M. **Teorema de Pitágoras: uma proposta de ensino e aprendizagem para alunos deficientes visuais**. 185 p., 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MELO, L. M. **O ensino de trigonometria para deficientes visuais através do plano pedagógico**. 2014. 98 f. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: [http://www.bdtu.uerj.br/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=7802](http://www.bdtu.uerj.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=7802). Acesso em: 15 nov. 2019.

MOREIRA, S. S. **O desenho nos livros didáticos de matemática em Braille: a geometria e o desenho geométrico para alunos com deficiência visual**. 2017. 134 f. Dissertação (Mestrado em Desenho, Cultura e Interatividade) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2017. Disponível em: <http://tede2.uefs.br:8080/handle/tede/919?mode=full>. Acesso em: 25 out. 2019.

MORAES, M. E. L. **A leitura tátil e os efeitos da desbrailização em aulas de matemática**. 2016. 318 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Pará, Belém (PA), 2016.

NACARATO, A. M. Eu trabalho primeiro no concreto. **Revista de Educação Matemática**, v. 9, n. 9-10, p. 1-6, 2004/2005 1-6. Disponível em [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4291874/mod\\_resource/content/1/Nacarato\\_eu%20trabalho%20primeiro%20no%20concreto.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4291874/mod_resource/content/1/Nacarato_eu%20trabalho%20primeiro%20no%20concreto.pdf). Acesso em 02 nov. 2019.

NACARATO, A. M. **A Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: tecendo fios do ensinar e do aprender**. 2. ed. Belo Horizonte: Autentica, 2017.

OLIVEIRA, F. B. **Inclusão de aluno com deficiência visual na EEEFM “BARTOUVINO COSTA”, Linhares – ES e o processo de ensino-aprendizagem em Matemática**. 2016a. 88 f. Dissertação, Faculdade Vale do Cricaré, São Mateus, 2016.

OLIVEIRA, S. C. **O soroban no ensino/aprendizagem da matemática na perspectiva de um aluno cego**. 2016b. 212 f. Dissertação (Mestrado Profissional), Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2016.

PARANÁ. **Diretrizes Curriculares Estaduais (DCE)**. 2008a. Disponível em: [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce\\_mat.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_mat.pdf). Acesso 08 out. 2018.

PARANÁ. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)**. 2008b.

PASSOS, C. L. B. Materiais manipuláveis como recursos didáticos na formação de professores de matemática. In: LORENZATO, S. (Org.). **O Laboratório de ensino de matemática na formação de professores**. 3. ed. Campinas: Autores Associados, 2012. p. 76-92.

PINHO, T. M. M. **A adaptação de materiais pedagógicos para o ensino de matemática para estudantes com deficiência visual do ensino fundamental**. 163f. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016.

PONTE, J. P. **Investigações matemáticas na sala de aula**. 3. ed. Belo Horizonte: Autentica, 2013.

PORTO, E. **Corporeidade do cego: novos olhares**. Piracicaba: UNIMEP/Memnon, 2005.

PRADO, M. E. B. B.; FREIRE, F. M. P. A formação em serviço visando a reconstrução da prática educacional. In: FREIRE, F. M. P.; VALENTE, A. (Org.). **Aprendendo para a vida: os computadores na sala de aula**. São Paulo: Cortez, 2001.

RICARDO, Débora C.; SAÇO, Livia F.; FERREIRA, Eliana L. **O desenho universal na educação: novos olhares diante da inclusão do ser deficiente**. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, v. 12, n. esp. 2, p. 1524-1538. Araraquara/SP, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21723/riaee.v12.n.esp.2.10083>. Acesso em: 22 set. 2019.

ROBSON, C. **Real Word Research**. Oxford: Blackwell, 1995. 510 p.

RODRIGUES, J. M. **O ensino de matemática em uma perspectiva inclusiva: experiência com uma aluna com deficiência visual na construção e aplicação de um material didático para aulas de simetria**, 219f. 2018. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade do Estado do Amazonas, Cuiabá, 2018.

ROSA, R. A. et al. **O algeplan como um recurso didático na exploração de expressões algébricas e fatoração**. In: BIENAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MATEMATICA, 3. 2006, Goiânia. Anais... Goiânia: IME/UFG, 2006. Disponível em: <http://ime.ufg.br/bienal/2006/poster/rosimeire.pdf>. Acesso em: 22 set. 2019.

ROSE, D. H.; MEYER, A. **Teaching every student in the digital age: universal design for learning**. Alexandria: ASCD. 2002.



SERRAZINA, M. L. Os materiais e o ensino da matemática. **Educação e Matemática**, n. 13, jan./mar., 1990. (Editorial)

SGANZERLA, M. A. R.; GELLER, M. **Contátil**: potencialidades de uma tecnologia assistiva, (re)adaptando o material dourado para cegos, nuevas ideas en informática educativa **TISE**, 2015, p.71-80. Disponível em: <http://www.tise.cl/volumen11/TISE2015/71-80.pdf>. Acesso em 29 out. 2019.

SILVA, D. C. **O Ensino da Geometria para alunos com deficiência visual**. 2013. 79 f. Dissertação (Mestrado Profissional em ensino de Física e de Matemática) – Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, 2013. Disponível em: <http://www.tede.universidadefranciscana.edu.br:8080/handle/UFN-BDTD/392>. Acesso em: 17 nov. 2019.

SILVA, D. C. N. **Sobre o ensino de geometria para deficientes visuais**. Brasília, 95 f. 2015a. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/18884>. Acesso em: 17 nov. 2019.

SILVA, L. M. S. **Do improviso às possibilidades de ensino**: estudo de caso de uma professora de matemática no contexto da inclusão de estudantes cegos. 2015b.194f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciência Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/136763>. Acesso em: 22 set. 2019.

SILVA, M. D. **Ensino de geometria para estudantes cegos**: avaliação, análise e uso de um material manipulável por professores dos anos iniciais do ensino fundamental. 2018a. 185f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) – Universidade Federal de Pernambuco. Pernambuco, Recife, 2018.

SILVA, P. R. J. **Inclusão de estudantes com deficiência visual nos jogos de linguagem envolvendo a matemática**. 2018b.157f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Pará. Belém (PA), 2018.

SOUZA, M. A. **Introdução ao estudo de função para alunos com deficiência visual com o auxílio do multiplano**. 2015. 114f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2015.

USISKIN, Z. Concepções sobre a álgebra da escola média e utilizações das variáveis. In: COXFORD, A.; SHULTE, A. (Org.). **As ideias da álgebra**. São Paulo: Atual, 1995. p. 9 -22.

VYGOTSKY, L. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1993.



VYGOTSKY, L. **Fundamentos de Defectologia**. Obras Escogidas V. Madrid: Visor, 1997.

ZERBATO, A. P. **Desenho universal para a aprendizagem na perspectiva da inclusão escolar**: potencialidades e limites de uma formação colaborativa. 2018. 298 f. Tese (doutorado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2018. Disponível em: [https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=6325312](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6325312). Acesso em: 29 out. 2019.

## APÊNDICE A –TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estudante: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

Nós, Prof. Dr. Anderson Roges Teixeira Góes e Profª Márcia Regina Silva Berbetz, pesquisadores da Universidade Federal do Paraná, solicitamos autorização para os estudantes do 8º Ano da #####, a participar de um estudo intitulado EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA – O MATERIAL DIDÁTICO NA PERSPECTIVA DO DESENHO UNIVERSAL PARA ÁREA VISUAL que será aplicado nas aulas Matemática. O estudo é importante para observarmos a utilização dos materiais manipuláveis táteis como ferramentas de apoio no processo de ensino aprendizagem dos conteúdos de matemática.

Para esclarecimentos, materiais manipuláveis táteis são objetos reais, que permitem a manipulação com as mãos de objetos (“sólidos geométricos construídos em madeira ou cartolina”, ou “jogos de tabuleiros” construídos de madeira ou EVA, com diferentes texturas possibilitando a percepção tátil das dimensões das peças por todos os alunos. Permitindo assim o estudante “ver com as mãos”, ou seja, será capaz de tocar, sentir, manipular e movimentar objetos a fim de construir ou reconstruir os conceitos das operações com polinômios, fazendo uso da Geometria como uma ligação entre a Aritmética e a Álgebra.

- a) O objetivo desta pesquisa é investigar as contribuições do uso dos materiais didáticos elaborados na concepção do desenho universal na proposta de processo de ensino aprendizagem dos conteúdos de matemática inclusiva do 8º ano do ensino fundamental II.
- b) Com esta pesquisa buscamos inserir metodologias para o ensino da matemática que atendam às necessidades dos estudantes de hoje que desde muito cedo estão inseridos no contexto tecnológico.
- c) A participação do estudante identificado acima ocorrerá por meio de:
  - questionário, para avaliar os conhecimentos prévios dos participantes sobre conceitos básicos de álgebra (conceito de monômios e polinômios). A Atividade será orientada e aplicada pelo professor regente de sala e terá o tempo para responder de 40 min. Ao término será recolhida e entregue para o professor pesquisador.
  - realizar uma sequência de atividades orientadas para manuseio do material manipulável tátil a fim de efetuar as operações com polinômios). A Atividade será orientada e aplicada pelo professor regente de sala e terá o tempo para responder de 40 min. Ao término será recolhida e entregue para o professor pesquisador.
  - responder um questionário impresso e uma entrevista, para avaliar se o material manipulável tátil contribuiu para a aprendizagem.
  - A orientação do preenchimento do questionário e da aplicação será realizado pela professora regente, com o tempo de realização de 40 min. Ao término será recolhida e entregue para o professor pesquisador.
  - A entrevista sobre a contribuição ou não do material manipulável tátil para a aprendizagem do estudante será

realizada pelo professor pesquisador e terá o tempo para responder de 40 min.

- d) Para tanto, caso senhor (a) concorde com essa participação, deverá assinar este termo.
- e) Alguns riscos relacionados ao estudo podem ser: Esta pesquisa envolve seres humanos diretamente e tem como foco a observação em sala de aula do desenvolvimento de diferentes atividades didáticas que poderão ou não levar a aprendizagens escolares na área do ensino de matemática. Portanto, pode envolver alguns riscos como: desconforto, constrangimento e retraimento.
- f) O benefício esperado com essa pesquisa é a melhora no aprendizado dos conteúdos da disciplina de matemática. No entanto, o estudante nem sempre será diretamente beneficiado com o resultado da pesquisa, mas estará contribuindo para o avanço científico, podendo ser beneficiado no futuro.
- g) Caso senhor(a) tiver dúvidas com relação ao estudo ou aos riscos relacionados a ele, você deve contatar a pesquisadora Márcia Regina Berbetz Conte pelo e-mail: mrbconte@gmail.com e o Dr. Anderson Roges Teixeira Góes, professor da UFPR, e-mail: artgoes@ufpr.br A pesquisadora Márcia Regina Silva Berbetz poderá ser contatado nas terças das 14h às 17 h, na Escola ##### Rua ##### Contato telefônico ##### e o Pesquisador professor Dr. Anderson Roges Teixeira Góes no Setor de Ciências Exatas – Centro Politécnico da UFPR, Bloco PA – 4º andar, no Gabinete do Departamento de Expressão Gráfica, segunda à sexta feira ou pelo telefone 3361-3462. Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360- 7259.
- h) Seu consentimento para a realização deste estudo é voluntário e se o senhor (a) não quiser mais que o estudante faça parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam o termo de consentimento livre e esclarecido assinado e o termo de assentimento livre e esclarecido.
- i) As informações relacionadas ao estudo serão conhecidas somente pelos responsáveis pela pesquisa. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a identidade do participante seja preservada e seja mantida a confidencialidade.
- j) As despesas necessárias para a realização da pesquisa não são de sua responsabilidade e com a participação do estudante no estudo o senhor (a) não receberá qualquer valor em dinheiro. Terá a garantia de que problemas como: desconforto, constrangimento e retraimento que possa ocorrer nas aulas, decorrentes do estudo, serão tratados na própria escola.

Eu, \_\_\_\_\_ li esse termo de consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei que o estudante sob minha responsabilidade possa participar. A

explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que o estudante é livre para interromper a participação a qualquer momento sem justificar sua decisão. Eu entendi o que será feito durante a pesquisa e fui informado que o estudante será atendido sem custos para mim se ele apresentar algum problema dos relacionados no item “i”.

Eu concordo voluntariamente que o estudante sob minha responsabilidade participe deste estudo.

---

Local e data

## **APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PROFESSORA REGENTE**

Professora participante da pesquisa: \_\_\_\_\_

Nós, Prof. Dr. Anderson Roges Teixeira Góes e Profª Márcia Regina Silva Berbetz, pesquisadores da Universidade Federal do Paraná, solicitamos autorização para os estudantes do 8º Ano da #####, a participar de um estudo intitulado EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA – O MATERIAL DIDÁTICO NA PERSPECTIVA DO DESENHO UNIVERSAL PARA ÁREA VISUAL, onde primeiramente será apresentado à professora: o material didático sequncia de atividades pedagógicas a serem trabalhadas pela professora regente e observadas pela professora pesquisadora, nas aulas de Matemática. O estudo é importante para observarmos a utilização dos materiais manipuláveis táteis como ferramentas de apoio no processo de ensino aprendizagem dos conteúdos de matemática.

Para esclarecimentos, materiais manipuláveis táteis são objetos reais, que permitem a manipulação com as mãos de objetos (“sólidos geométricos construídos em madeira ou cartolina”, ou “jogos de tabuleiros” construídos de madeira ou EVA, com diferentes texturas possibilitando a percepção tátil das dimensões das peças por todos os alunos. Permitindo assim o estudante “ver com as mãos”, ou seja, será capaz de tocar, sentir, manipular e movimentar objetos a fim de construir ou reconstruir os conceitos das operações com polinômios, fazendo uso da Geometria como uma ligação entre a Aritmética e a Álgebra.

a) O objetivo desta pesquisa é investigar as contribuições do uso dos materiais didáticos elaborados na concepção do desenho universal na proposta de processo de ensino aprendizagem dos conteúdos de matemática inclusiva do 8º ano do ensino fundamental II.

b) Com esta pesquisa buscamos inserir metodologias para o ensino da matemática que atendam às necessidades dos estudantes de hoje que desde muito cedo estão inseridos no contexto tecnológico.

c) A participação da professora identificada acima ocorrerá por meio de:

- questionário, para conhecimento do perfil da professora: os caminhos que percorreu em face do ensino voltado para a inclusão; estratégias de ensino usada pela professora; materiais didáticos elaborados e/ou construídos e/ou adaptados para o ensino da Matemática voltado para a inclusão, o qual poderá ser respondido por e-mail ou por escrito para a professora pesquisadora.
- a professora regente aplicará e recolherá os questionários diagnósticos (de início e finalização da pesquisa) dos pesquisados sobre conhecimentos prévios dos participantes de conceitos básicos de a álgebra (conceito de monômios e polinômios) e /ou de utilização do material manipulável tátil, a qual foi formalizada pela pesquisadora. A Atividade será orientada e aplicada pela professora regente de sala e terá o tempo para responder de uma aula, enquanto a professora pesquisadora registra os procedimentos, execução e resultados

obtidos através das atividades propostas. Ao término das atividades a professora regente recolherá e entregará para a professora pesquisadora.

- aplicará uma sequência de atividades orientada para manuseio do material manipulável tátil a fim de construir conceitos de operações com polinômios. A Atividade será orientada e aplicada pelo professor regente de sala e terá o tempo para realização de uma hora aula, enquanto a professora pesquisadora registra os procedimentos, análises e resultados das atividades. Ao término será recolhida e entregue para a professora pesquisadora.
- responder um questionário impresso e uma entrevista, para avaliar se o material manipulável tátil contribuiu para o processo de ensino e de aprendizagem. A orientação do preenchimento dos questionários e sequencia de atividades, será realizado pela professora pesquisadora, em hora de atividade da professora regente, de forma antecipada à aplicação da mesma.

d) a professora autoriza a gravação de suas aulas, sejam elas por vídeo e áudio ou só áudio; permite também fotografar as suas aulas e dar acesso ao diário de classe e planejamento.

e) Para tanto, caso a professora concorde com essa participação, deverá assinar este termo.

f) Alguns riscos relacionados ao estudo podem ser: Esta pesquisa envolve seres humanos diretamente e tem como foco a observação em sala de aula do desenvolvimento de diferentes atividades didáticas que poderão ou não levar a aprendizagens escolares na área do ensino de matemática. Portanto, pode envolver alguns riscos como: desconforto, constrangimento e retraimento.

g) O benefício esperado com essa pesquisa é a melhora no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos da disciplina de matemática. No entanto, a professora nem sempre será diretamente beneficiada com o resultado da pesquisa, mas estará contribuindo para o avanço científico, podendo ser beneficiada no futuro.

g) Caso senhora tiver dúvidas com relação ao estudo ou aos riscos relacionados a ele, você deve contatar a pesquisadora Márcia Regina Silva Berbetz pelo e-mail: [mrbconte@gmail.com](mailto:mrbconte@gmail.com) e o Dr. Anderson Roges Teixeira Góes, professor da UFPR, e-mail: [artgoes@ufpr.br](mailto:artgoes@ufpr.br). A pesquisadora Márcia Regina Silva Berbetz poderá ser contatada as terças das 14h às 17 h, na Escola ##### - Rua ##### - Contato telefônico ##### e o Pesquisador professor Dr. Anderson Roges Teixeira Góes no Setor de Ciências Exatas – Centro Politécnico da UFPR, Bloco PA – 4º andar, no Gabinete do Departamento de Expressão Gráfica, segunda à sexta feira ou pelo telefone 3361-3462. Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos

(CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360- 7259.

h) Seu consentimento para a realização deste estudo é voluntário e se o senhora não quiser mais parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam o termo de consentimento livre e esclarecido.

i) As informações relacionadas ao estudo serão conhecidas somente pelos responsáveis pela pesquisa. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a **identidade do participante seja preservada e seja mantida a confidencialidade**.

j) As despesas necessárias para a realização da pesquisa não são de sua responsabilidade e com a participação do estudante no estudo o senhor (a) não receberá qualquer valor em dinheiro. Terá a garantia de que problemas como: desconforto, constrangimento e retraimento que possa ocorrer nas aulas, decorrentes do estudo, serão tratados na própria escola.

Eu, \_\_\_\_\_ li esse termo de consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar e aplicar a sequência didática-pedagógica para manipulação do material tátil voltado para o ensino da álgebra, especificamente operações com polinômios. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que o estudante é livre para interromper a participação a qualquer momento sem justificar sua decisão. Eu entendi o que será feito durante a pesquisa e fui informado que o estudante será atendido sem custos para mim se ele apresentar algum problema dos relacionados no item “i”.

Eu concordo voluntariamente participar deste estudo.

---

Local e data

## APÊNDICE C – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**Título do Projeto:** CONTRIBUIÇÕES DE MATERIAIS DIDÁTICOS ELABORADOS NA CONCEPÇÃO DO DESENHO UNIVERSAL: UMA INTERVENÇÃO NO ENSINO DA MATEMÁTICA INCLUSIVA.

Pesquisadores Responsáveis: Prof. Dr. Anderson Roges Teixeira Góes e Prof<sup>a</sup> Marcia Regina Silva Berbetz

Local da Pesquisa: Escola #####.

Endereço: Rua ##### – Seminário , Curitiba - PR

### O que significa assentimento?

Assentimento significa que você, menor de idade, concorda em fazer parte de uma pesquisa. Você terá seus direitos respeitados e receberá todas as informações sobre o estudo, por mais simples que possam parecer.

Pode ser que este documento denominado TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO contenha palavras que você não entenda. Por favor, peça ao responsável pela pesquisa ou à equipe do estudo para explicar qualquer palavra ou informação que você não entenda claramente.

### Informação ao participante

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa, com o objetivo de pesquisa investigar as contribuições do uso dos dispositivos móveis na proposta da sala de aula invertida no processo de ensino aprendizagem dos conteúdos de matemática do 5º ano do ensino fundamental I.

Com esta pesquisa buscamos inserir metodologias para o ensino dos conteúdos de matemática que atendam as necessidades dos estudantes de hoje que desde muito cedo estão inseridos no contexto tecnológico.

Esta pesquisa é importante porque poderemos observar as interações e aprendizagens dos estudantes com essa metodologia e será desenvolvida nas aulas de matemática.

O benefício esperado com essa pesquisa é a melhora no aprendizado dos conteúdos da disciplina de matemática. No entanto, o estudante nem sempre será diretamente beneficiado com o resultado da pesquisa, mas estará contribuindo para o avanço científico, podendo ser beneficiado no futuro.

Que devo fazer se eu concordar voluntariamente em participar da pesquisa?

Caso você aceite participar, será necessário frequentar as aulas de Ciência e Tecnologias. A sua participação é voluntária. Caso você opte por não participar não terá nenhum prejuízo nas aulas.

---

Participante da Pesquisa



---

Pesquisador Responsável Prof. Dr. Anderson Roges Teixeira Góes

---

Pesquisador Responsável Prof<sup>a</sup> Márcia Regina Silva Berbetz

### **Contato para dúvidas**

Se você ou os responsáveis por você tiverem dúvidas com relação ao estudo ou aos riscos relacionados a ele, você deve contatar a pesquisadora Márcia Regina Silva Berbetz pelo e-mail: [mrbconte@gmail.com](mailto:mrbconte@gmail.com) e o Dr. Anderson Roges Teixeira Góes, professor da UFPR, e-mail: [artgoes@ufpr.br](mailto:artgoes@ufpr.br). A pesquisadora Márcia Regina Silva Berbetz poderá ser contatada as terças das 14h às 17 h, na Escola ##### - Rua ##### - Contato telefônico ##### Marcia Regina Berbetz Conte, pelo e-mail: [mrbconte@gmail.com](mailto:mrbconte@gmail.com) e o Pesquisador professor Dr. Anderson Roges Teixeira Góes, professor da UFPR, e-mail: [artgoes@ufpr.br](mailto:artgoes@ufpr.br), no Setor de Ciências Exatas – Centro Politécnico da UFPR, Bloco PA – 4º andar, no Gabinete do Departamento de Expressão Gráfica, segunda à sexta feira ou pelo telefone 3361-3462. Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360-7259.

**APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO 1 ESTUDANTE****CARO EDUCANDO:**

O referido questionário tem como objetivo investigar quais as tecnologias você mais utilizou para aprimorar a aprendizagem de Matemática. Ao responder, afirma estar ciente que concorda em participar voluntariamente desta pesquisa, sendo que a sua privacidade será respeitada com os dados mantidos em sigilo.

01)Qual é a sua idade\_\_\_\_\_

02)Sexo:

( ) masculino ( ) feminino

03) Qual turma você pertence?

( ) B ( ) C

04)Você tem acesso em sua casa a notebooks, netbooks, tablets ou smartphones?

( ) Sim

( ) Não

( ) Outros Quais?\_\_\_\_\_

05) Esses dispositivos pertencem a você ou a alguém de sua família?

\_\_\_\_\_

06)Em sua casa estes dispositivos têm acesso à internet?

( ) sim ( ) não

07)Qual a finalidade de uso dos netbooks, tablets e smartphones no seu dia a dia?

( ) Jogos

( ) sites educativos

( ) redes sociais( Facebook, instagram, snapchat ,etc)

( ) Vídeos ( Youtube)

( ) comunicação( whatsapp, Messenger)

( )Trabalhos escolares

( ) Outros. Quais\_\_\_\_\_

08) Quanto do seu tempo livre você passa utilizando essas tecnologias em sua casa?

- ☐ Menos de 1 hora por dia
- ☐ 1 hora por dia
- ☐ 2 horas por dia
- ☐ 3 horas por dia
- ☐ mais de 3 horas por dia

09) Você já utilizou dispositivos móveis (Tablet, Netbook, smartphone) nas aulas de matemática?

- ☐ sim
- ☐ não

Se respondeu sim, qual a finalidade do uso?

---

10) Você já utilizou materiais manipulável e/ ou tátil, jogos nas aulas de matemática?

- ☐ sim ☐ não

11) Se respondeu sim, qual era o material utilizado?

- a) ☐ multiplano
- b) ☐ geoplano
- c) ☐ algeplan
- d) ☐ material tátil ( materiais com texturas)
- e) ☐ jogos
- f) ☐ recursos tecnológicos, quais? \_\_\_\_\_
- g) ☐ outros , quais? \_\_\_\_\_

---

12) Com relação ao material(is) utilizado(s) assinalados, qual foi a finalidade de uso de cada um?

---

13) Qual a sua opinião sobre utilizar os dispositivos moveis (notebooks, netbooks, tablets ou smarphones) para aprender matemática?

---

---

14) Qual a sua opinião sobre utilizar materiais manipuláveis e/ou materiais táteis ou jogos para aprender matemática?

---

**APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO 2 ESTUDANTE****CARO EDUCANDO:**

O referido questionário tem como objetivo investigar quais as tecnologias você mais utilizou para aprimorar a aprendizagem de Matemática. Ao responder, afirma estar ciente que concorda em participar voluntariamente desta pesquisa, sendo que a sua privacidade será respeitada com os dados mantidos em sigilo.

- 1) Qual é a sua idade? \_\_\_\_\_
- 2) Sexo:  
( ) masculino                      ( ) feminino
- 3) Qual turma você pertence?  
( ) B                      ( ) C
- 4) Dos conteúdos estudados nos anos anteriores, você se lembra de algum que você teve dificuldade em aprender ou não aprendeu?  
\_\_\_\_\_
- 5) Em relação aos conteúdos matemáticos estudados, você sabe o que é monômio?  
\_\_\_\_\_
- 6) Em que situações nós podemos utilizar os monômios?  
\_\_\_\_\_
- 7) Você tinha facilidade em representar situações em que envolvessem o cálculo de área ou perímetro de formas geométricas envolvendo polinômios durante as aulas?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 8) Você sabe o que é incógnita?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 9) Você sabe o que é variável?  
\_\_\_\_\_
- 10) Qual a diferença entre incógnita e variável?

---

---

11) O que é coeficiente e parte literal de um monômio?

---

---

12) Você sabe como se determina o grau de um monômio?

---

---

13) Você sabe como efetuar operações de adição, subtração, multiplicação, divisão ou potência, envolvendo Polinômios?

( ) sim ( ) não

14) Se respondeu sim, assinale as operações que você consegue resolver com facilidade apenas com as Placas algébricas.

- a) Adição ( )
- b) Subtração ( )
- c) Multiplicação ( )
- d) Divisão ( )
- e) Potenciação ( )

15) Qual é a sua maior dúvida ao efetuar uma operação envolvendo monômios?

---

16) Você faz uso de algum aparato tecnológico para auxiliá-lo (a) nas operações entre polinômios?

( ) sim ( ) não

17) Se respondeu sim, assinale quais dos aparatos que você utiliza para ajudá-lo na interpretação, análise, e construção de conhecimentos.

- a) Régua ( )
- b) Materiais concretos ( )
- c) Materiais táteis ( )
- d) Materiais interativos ( )
- e) Smartphone ( )
- f) Netbook ( )
- g) Computador adaptado ( )
- h) Materiais táteis em braile ( )
- i) Recursos áudio visuais ( )
- j) Outros ( ) Quais ? \_\_\_\_\_

## **APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO PROFESSORA REGENTE - INÍCIO DA PESQUISA**

### **1. Quem é a professora?**

- a) Nome
- b) Idade
- c) Quais foram os seus primeiros contatos com a Matemática?
- d) O que levou a ser professora de Matemática?
- e) Qual é o regime de trabalho CLT ou Estatutário?
- f) Quanto tempo leciona neste estabelecimento de ensino?
- g) Para qual (quais) séries leciona?
- h) Normalmente quantos estudantes tem cada sala de aula?

### **2. Percebendo desafios da Inclusão**

- a) Já teve estudantes de baixa visão ou cegos em sua sala de aula?
- b) Você se recorda o que aconteceu no primeiro contato com um estudante cego?
- c) Quais foram os desafios que enfrentou?
- d) Quantos estudantes de inclusão tem ou já teve por classe?
- e) Surgiu necessidade de adaptar materiais para o ensino de determinados conteúdos? Quais foram os conteúdos abordados?
- f) Como aconteceram as primeiras construções de materiais para estes estudantes?
- g) Que tipos de materiais foram necessários construir?
- h) Você os construiu sozinha ou teve ajuda?
- i) De que maneira os utilizou?
- j) Quais foram os resultados alcançados?
- k) Quais foram as reações dos estudantes (colegas de sala) mediante as situações a serem aprendidas juntamente com os colegas de baixa visão?
- l) De um ano para o outro, você já tem acesso a informação se terá ou não estudantes de inclusão para série que irá lecionar?
- m) Como você se prepara para essa nova perspectiva em sala de aula?
- n) Quais são as suas necessidades?

## APÊNDICE G – PLANO DE ATIVIDADES ÁLGEBRA/ GEOMETRIAS

COMPETENCIA PARA ATIVIDADES DIDÁTICO – PEDAGÓGICAS			
<p>Ampliar e aprofundar as resoluções aritméticas tanto algébricas, tendo como articuladores o estudo de grandezas e medidas, espaço e forma, de maneira que o estudante reconheça diferentes funções algébricas, amplie a noção de medida e desenvolva o raciocínio dedutivo, estimulando-o, por meio da atividade matemática, a investigação, ao desenvolvimento da capacidade de resolver problemas e a interação cooperativa com seus pares na busca para os problemas extraídos de suas realidades de acordo com os princípios do DUA.</p>			
<p><b>Competências do Ensino Fundamental:</b></p> <p><b>C1</b> Reconhecer as representações algébricas permitem expressar generalizações.  <b>C2</b> Utilizar os conhecimentos sobre operações numéricas e suas propriedades para construir estratégias de cálculo algébrico.  <b>C3</b> Produzir e interpretar diferentes escritas algébricas (monômios, binômios, trinômios e polinômios).  <b>C4</b> Obter e utilizar expressões algébricas para representação de área e perímetro de figuras quadradas e retangulares</p>			
<p><b>Recursos metodológicos:</b>  <b>R1</b> Material manipulável Tátil – Placas Algébricas.  <b>R2</b> Atividades orientadas para a aula.  <b>R3</b> Folha para a multiplicação  <b>R4</b> Materiais escolares: lápis, borracha, lápis de cor, régua, entre outros.  <b>R5</b> Livro didático: Projeto Teláris: matemática: ensino fundamental 2 / Luiz roberto Dante. 8 Ano- 2. Ed. São Paulo : Ática, 2015.</p>			
Objetos do conhecimento	Habilidades específicas	Habilidades comuns	Indicadores de aprendizagem
<b>Cálculo algébrico/ Geometria</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Monômios e Polinômios</li> </ul>	<p>A1. Resolver problemas que envolvam polinômios e Monômios.</p>	<p>H1. Construir procedimentos para calcular o efetuar operações com expressões algébricas, utilizando as propriedades conhecidas</p> <p>H2. Interpretar informações e aplicar conceitos geométricos na solução de problemas</p>	<p>1.1 Identifique monômios e polinômios e efetue suas operações.</p> <p>1.2 Identifique o grau de um monômio ou de um polinômio.</p> <p>1.3 Reduza os termos</p>

		<p>H3. Elaborar, individualmente e em grupo, relatos orais e outras formas de registros acerca do tema de estudo, considerando informações obtidas por meio de observação, experimentação, textos ou outras fontes.</p>	<p>semelhantes.</p> <p>1,4</p> <p>classifique o polinômio em: monômio, binômio ou trinômio.</p> <p>1.5 Utilize e interprete a linguagem algébrica para expressar valores numéricos através de incógnitas.</p> <p>1.6. Opere corretamente as operações com monômios e polinômios.</p> <p>1.7</p> <p>Resolver situações problemas envolvendo operações com polinômios.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Produtos notáveis</li> </ul>	<p>A2. Reconhecer que as regras de produtos notáveis auxiliam os cálculos que envolvem produtos de polinômios.</p>	<p>H1 e H3</p>	<p>2.1</p> <p>Reconheça e calcule o quadrado da soma</p>

Fonte: autora, 2019



## APÊNDICE H – Q(3) QUESTIONÁRIO A SER APLICADO APÓS A EXECUÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES DIDÁTICO-PEDAGÓGICAS

CARO ESTUDANTE:

O referido questionário tem como objetivo investigar quais os recursos tecnológicos você utilizou na sua escola e que mídias vocês mais utilizam. Ao responder, afirma estar ciente que concorda em participar voluntariamente desta pesquisa, sendo que a sua privacidade será respeitada com os dados mantidos em sigilo.

1) Qual é a sua idade? \_\_\_\_\_

2) Sexo:

( ) masculino ( ) feminino

3) Qual turma você pertence?

( ) B ( ) C

4) Dos conteúdos estudados nos anos anteriores, você se lembra de algum que você teve dificuldade em aprender ou não aprendeu?

\_\_\_\_\_

5) Em relação aos conteúdos matemáticos estudados, você sabe o que é polinômio?

\_\_\_\_\_

6) Em que situações nós podemos utilizar os polinômios?

\_\_\_\_\_

7) Você tinha facilidade em representar situações em que envolvessem o cálculo de área ou perímetro de formas geométricas envolvendo polinômios durante as aulas?

\_\_\_\_\_

8) Você sabe o que é incógnita?

\_\_\_\_\_

9) Você sabe o que é variável?

\_\_\_\_\_

10) Qual a diferença entre incógnita e variável?

\_\_\_\_\_

11) O que é coeficiente e parte literal de um polinômio?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

12) Você sabe como se determina o grau de um polinômio?

---

13) Você sabe como efetuar operações de adição, subtração, multiplicação, divisão ou potência, envolvendo polinômios?

( ) sim ( ) não

14) Se respondeu sim, assinale as operações que você consegue resolver com facilidade apenas com recurso de lápis e papel.

a) Adição ( )

b) Subtração ( )

c) Multiplicação ( )

d) Divisão ( )

e) Potenciação ( )

15) Qual é a sua maior dúvida ao efetuar uma operação envolvendo monômios? \_\_\_\_\_

16) Você faz uso de algum aparato tecnológico para auxiliá-lo (a) nas operações entre polinômios?

( ) sim ( ) não

17) Se respondeu sim, assinale quais dos aparatos que você utiliza para ajudá-lo na interpretação, análise, e construção de conhecimentos.

a) Régua ( )

b) Materiais concretos ( )

c) Materiais táteis ( )

d) Materiais interativos ( )

e) Smarthone ( )

f) Netbook ( )

g) Computador adaptado ( )

h) Materiais táteis em braile ( )

i) Recursos áudio visuais ( )

j) Outros ( ) Quais? \_\_\_\_\_

**APÊNDICE I – Q(2) - QUESTIONÁRIO DO TÉRMINO DA PESQUISA**

CARA PROFESSORA:

O referido questionário tem como objetivo verificar as dificuldades e/ou avanços na aprendizagem de operações com polinômios utilizando os materiais manipuláveis táteis e as PA, desenvolvido para o ensino da Matemática inclusivo, em especial com alunos cegos. Ao responder, afirma estar ciente que concorda em participar voluntariamente desta pesquisa, sendo que a sua privacidade será respeitada com os dados mantidos em sigilo.

**1) Quem é a professora?**

Nome \_\_\_\_\_

Idade \_\_\_\_\_

- a) Como foram os seus primeiros contatos com o material manipulável tátil e o livro interativo?
- b) Para qual (quais) turmas utilizou o material ?
- c) Quantos estudantes tem cada sala de aula?

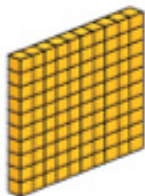
**2. Percebendo desafios da Inclusão**

- a) Há estudantes de baixa visão ou cegos em sua sala de aula? Em quais turmas?
- b) Quantos estudantes de inclusão tem por classe?
- c) Relate como aconteceu o primeiro contato dos estudantes videntes com o material proposto para a atividade. E como foi o contato para o(s) estudante(s) cego(s)?
- d) Quais foram os desafios que enfrentou?
- e) Como aconteceram as atividades usando os materiais desenvolvidos para o ensino de polinômios?
- f) De que forma utilizou esses materiais? Seguiu as orientações da sequência didático-pedagógica com relação a abordagem da atividade proposta? Foram necessários ajustes? Se foram necessários ajustes, quais e por que?
- g) Caso os materiais tenham necessitados de ajustes, você os fez sozinha ou teve ajuda do professor pesquisador?
- h) Quais foram os resultados alcançados?
- i) Quais foram as reações dos estudantes (colegas de sala) mediante as situações a serem aprendidas juntamente com os colegas de baixa visão?
- j) Como você se preparou para essa nova perspectiva de material em sala de aula?
- k) Quais são as suas necessidades?
- l) Quais são as suas sugestões de melhoria no material manipulável tátil de forma a contribuir para a sua ação pedagógica?

## APÊNDICE J - UNIDADE DE ATIVIDADES

### AULA Nº 1 POLINÔMIOS

Na aritmética utilizamos blocos de material dourado para representar números naturais, como os apresentados a seguir.



**PLACA**( quadrada grande que contém 10 barrinhas)

1 centena ou 10 dezenas ou 100 unidades



**BARRA**(formato retangular, contém 10 cubinhos)

1 dezena ou 10 unidades



**CUBO**(forma geométrica formado por seis quadrados)

1 unidade

Fonte: a autora, 2018.

Utilizando os elementos acima, como podemos representar o número 327? Justifique a sua resposta.

Já na álgebra, utilizamos placas algébricas para representar números inteiros e variáveis.



Fonte: a autora, 2018.

A face azul da placa (face lisa) representa placas positivas. A face vermelha da placa (face com ranhuras) representa placas negativas. Os pontos levantados representam as dimensões comprimento, largura e altura, e são os caracteres em braille:



**a**

altura



**b**

largura



**c**

comprimento

Para se fazer a leitura correta, gire a peça de modo que a(s) ponto(s) levantados fiquem na posição horizontal, veja o exemplo:



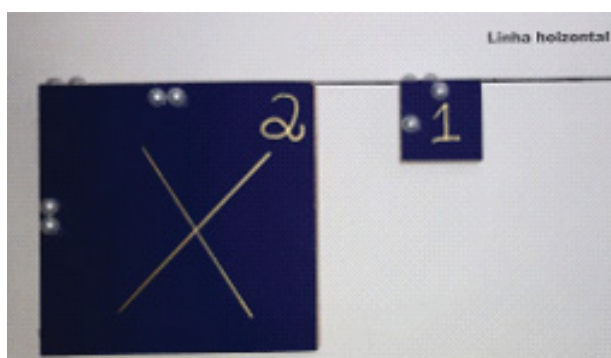
Fonte: a autora, 2018.

Qual semelhança você percebe entre os blocos de material dourado e as placas algébricas?

??? **Investigar e descobrir...**

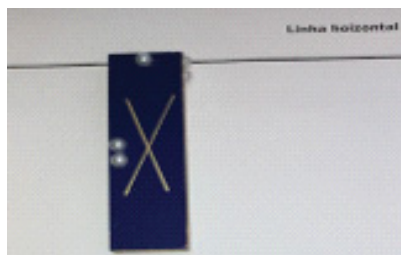
Selecione uma placa quadrada grande, uma placa quadrada pequena e uma placa retangular, para conhecer o material e entender as representações.

Observe como representar expressões algébricas com essas placas.  
A medida do lado da maior região quadrada será representada por  $x$  e o lado da menor região quadrada por 1.  
Indicaremos as placas pelas suas áreas:  $x^2$  a maior ( $x \cdot x$ ) e 1 a menor ( $1 \cdot 1$ )



Fonte: a autora, 2018.

Na região retangular abaixo considere que a base mede 1 e a altura  $x$ , portanto a área da região retangular é  $x (1 \cdot x)$ .



Fonte: a autora, 2018.

Selecione seis placas de cada modelo sendo: seis quadrados grandes, seis quadrados pequenos e seis retângulos, tente montar as expressões abaixo conforme o modelo1

MODELO 1.

<b><math>2x^2 + 4</math></b> O termo independente é o 4 O termo de grau 2 é $2x^2$	<b><math>3x^2 + 4x + 6</math></b> O termo independente é o 6. O termo de grau 1 é $4x$ . O termo de grau 2 é $3x^2$	<b><math>2x^2</math></b> O termo de grau 2 é $2x^2$

- **Agora é com você...**  
**ATIVIDADE 01**

Quais as expressões algébricas representadas pelas peças abaixo?


Explique como chegou ao resultado.

---

**Atividade 02** - Utilizando as placas algébricas represente cada expressão algébrica dada e complete a tabela com o que é solicitado.

**OBJETIVOS:** - representar expressões algébricas, com material manipulável e do modo escrito;- possibilitar a construção do conhecimento do conteúdo estudado.

Expressão	Faça um desenho representativo da solução obtida utilizando as placas algébricas.	Como você sabe quais placas algébricas deve utilizar?	Como você sabe qual a quantidade de placas algébricas que deve utilizar?
a) $x^2 + 4x - 2$			
b) $-2x^2 + 5x$			
c) $-3x^2 - 2x + 1$			
d) $-6x + 3$			
e) $5x^2$			

Fonte: a autora, 2018.

Compare os desenhos que você fez para representar as expressões na atividade anterior com os desenhos de outros colegas e responda a questões abaixo:

- Vocês utilizaram as mesmas placas? Em caso negativo, será que algum de vocês está errado? Ou será que as respostas estão corretas? Explique.
- A ordem que vocês colocaram as placas algébricas é importante? Explique.

Em dupla: um estudante deve representar uma expressão com suas peças e solicitar a um colega de turma que escreva a expressão.

1ºaluno representação com as placas algébricas. Faça um desenho representativo	2º aluno escreve a expressão	2º aluno - representação com as placas algébricas. Faça um desenho representativo	1º aluno escreve a expressão

Fonte: a autora, 2018

O seu colega acertou a expressão que você construiu?

## AULA Nº 2 POLINÔMIOS

**OBJETIVOS:** - operar a redução de termos semelhantes com material manipulável e do modo escrito;  
 - possibilitar a construção do conhecimento do conteúdo estudado.

**Atividade 2.** Selecione seis placas quadradas grandes, seis placas quadradas pequenas e seis placas retangulares para realizar as atividades propostas.



A seguir temos pares de placas com cores opostas, observe cada situação e, em seguida faça o que se pede.

### **Situação 1. Operando com números inteiros.**

Considere a placa de quadrado menor com um pontilho levantado. A face lisa (azul) corresponde a uma unidade positiva (+1). Já a face vermelha (com ranhuras) corresponde a uma unidade negativa (-1).



Quando “juntamos” duas placas de mesma forma e tamanho, mas considerando faces diferentes (uma lisa e outra com ranhura), formamos um par nulo: **+1 -1 = 0**.

**Questão:** *Em sua opinião, o que acontece quando agrupamos placas com sinais opostos?*



**ATIVIDADES:**

2.1. Qual expressão está representada em cada uma das situações? Justifique sua resposta.

- a) Duas placas quadradas maiores de área (superfície azul) e duas placas quadradas maiores que representa - (superfície vermelha com ranhuras).



- b) Três placas quadradas maiores que representa - (superfície vermelha com ranhuras) e duas placas quadradas maiores de área (superfície azul) .



- c) Três placas quadradas maiores de área (superfície azul) e três placas quadradas maiores que representa - (superfície vermelha com ranhuras).



2.3. Qual é o polinômio representado pelas placas algébricas quadradas grandes, conforme a sequência de cores: azul, azul, vermelha, azul, vermelha, azul, vermelha, vermelha? Faça um desenho representativo dessa sequência.

2.4 Em relação a atividade 2.3, a quantidade de termos utilizados para representar a formação das placas algébricas é maior ou menor que as quantidades de placas usadas na representação? Justifique a sua resposta.

2.5 Em sua opinião, como podem ser chamados os termos do polinômio que podem ser representados por placas de mesmo tamanho?

2.6 Utilize as placas algébricas para simplificar o polinômio :

$$5 - 1 - 4x - 4 + 7x - 4.$$

- a) Faça uma representação desse polinômio.

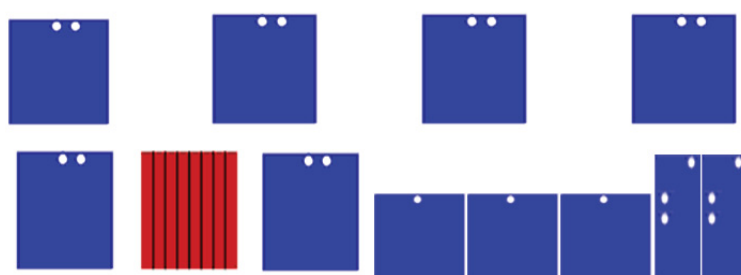
- b) Descreva utilizando símbolos matemáticos o processo que você realizou.

2.7. Agrupe os termos semelhantes e escreva o processo com símbolos matemáticos.

a)



b)



2.8 Separe seis placas quadradas maior e faça as composições conforme as representações a seguir. Considere o comprimento (dois pontinhos elevados) como medida  $x$ . Escreva um polinômio para representar o perímetro de cada retângulo.

a)



POLINÔMIO: \_\_\_\_\_

b)



POLINÔMIO: \_\_\_\_\_





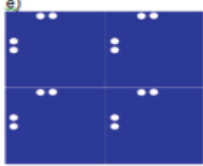

2.9 Separe quatro placas quadradas maior, quatro placas quadradas menores e quatro placas retangulares. Considere o comprimento (dois pontinhos elevados) como medida  $x$  e com um pontinho elevado 1 unidade. Com as peças forme dois quadrados diferente em seguida faça um desenho do quadrado que você formou e determine o perímetro e a área de cada um. Escreva um polinômio para representar o perímetro e a área de cada quadrado.

## AULA Nº 3 POLINÔMIOS

### Aula nº 3 Polinômios: Operações com polinômios

#### ATIVIDADES EM DUPLAS:

3.1 Separem quatro placas retangulares, quatro placas quadradas pequenas e quatro placas quadradas grandes. Com as peças solicitadas forme o desenho em cada item, conforme a representação e, em seguida, escreva os polinômios que determinam o perímetro e a área das figuras compostas pelas placas.

<p>a)</p>  <p>*Perímetro= _____</p> <p>*Área= _____</p>	<p>b)</p>  <p>*Perímetro= _____</p> <p>*Área= _____</p>	<p>c)</p>  <p>*Perímetro= _____</p> <p>*Área= _____</p>
<p>d)</p>  <p>*Perímetro= _____</p> <p>*Área= _____</p>	<p>e)</p>  <p>*Perímetro= _____</p> <p>*Área= _____</p>	<p>f)</p>  <p>*Perímetro= _____</p> <p>*Área= _____</p>

3.2 Investigar e descobrir.

- a) Observem a região retangular formada com as peças a seguir e escrevam suas dimensões (largura e comprimento):

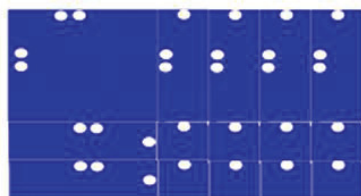


- b) Determinem a área dessa região de duas maneiras:

1º) calculando a área de cada uma das regiões representadas pelas peças e depois adicionando-as. Anote os resultados.

2º) calculando a área da região retangular toda. Para isso, usem a propriedade distributiva da multiplicação em relação à adição. Anote os resultados.

3.3 Observem a região retangular representada a seguir com placas e façam o que se pede:



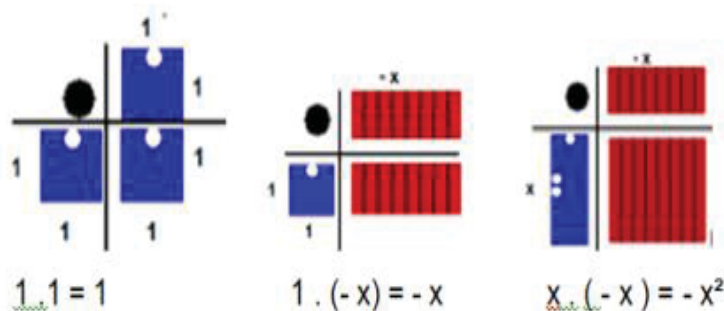
- Qual expressão representa a medida da altura de toda essa região retangular? \_\_\_\_\_? E a largura? \_\_\_\_\_.
- Escreva a expressão que indica a área A da região retangular total.
- Determine a área A da região retangular por meio da adição das áreas das regiões das placas.
- Agora determinem a área usando a propriedade distributiva e reduzindo os termos semelhantes.

### AULA Nº 4 POLINÔMIOS

**OBJETIVOS:** - operar a multiplicação com material manipulável e do modo escrito;  
- possibilitar a construção do conhecimento do conteúdo estudado.

#### **ATIVIDADE:**

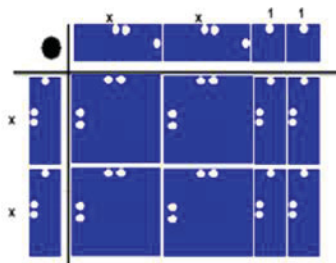
4.1. Inicialmente devem-se modelar as representações para os produtos de acordo com as regras de sinais. Por exemplo:



Observe que nos exemplos acima, utilizamos também a regra de sinais. Vamos agora trabalhar a multiplicação de monômio por polinômio, com o material manipulável. Para entender melhor, vamos construir com o material manipulável na folha modelo a operação proposta:

#### 4.2. Multiplicação de monômio por polinômio.

Resolva a expressão:  $2x \cdot (2x + 1)$



Algebricamente temos: \_\_\_\_\_

#### 4.3. Resolva expressando o resultado com o material manipulável, $2x \cdot (2x + 3)$ :

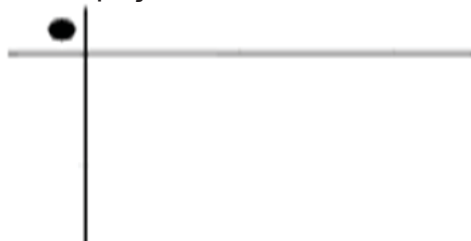
- a) Para isso, inicialmente monte na folha a multiplicação e represente a sua solução através de desenhos no espaço abaixo:



- b) Agora escreva algebricamente, o resultado da operação  $2x \cdot (2x + 3) =$

#### 4.4. Resolva expressando o resultado com o material manipulável, $2x \cdot (x - 2)$ :

- a) Para isso, inicialmente monte na folha a multiplicação e represente a sua solução através de desenhos no espaço abaixo:



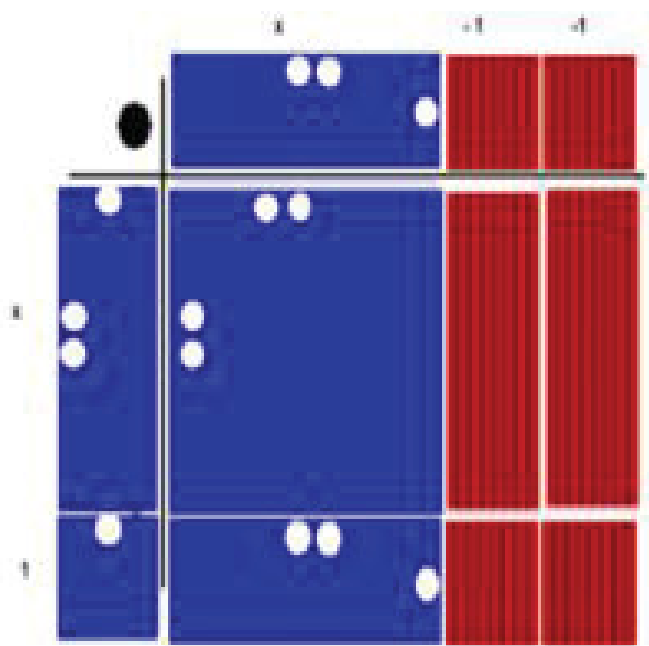
- b) Agora escreva algebricamente, o resultado da operação  $2x \cdot (x - 2) =$

Vamos agora trabalhar a multiplicação de polinômio por polinômio, com o material manipulável. Para entender melhor, vamos construir com o material manipulável na folha modelo a operação proposta:

4.5. Resolva expressando o resultado com o material manipulável,

$(x+1) \cdot (x-2)$ :

a) Para isso, inicialmente monte na folha a multiplicação:



b) Agora escreva algebricamente, o resultado da operação  $(x + 1) \cdot (x - 2) =$

4.6. Resolva expressando o resultado com o material manipulável,  $(x+2) \cdot (x-3)$ :

a) Para isso, inicialmente monte na folha a multiplicação e represente a sua solução através de desenhos no espaço abaixo:



b) Agora escreva algebricamente, o resultado da operação  $(x + 2) \cdot (x - 3) =$

**Atividade 01** - utilizando as placas algébricas represente cada expressão algébrica dada e complete a tabela com o que é solicitado.

Expressão	Faça um desenho representativo da solução obtida utilizando as placas algébricas.	Como você sabe quais placas algébricas deve utilizar?	Como você sabe qual a quantidade de placas algébricas que deve utilizar?
a) $x^2 + 4x - 2$			
b) $-2x^2 + 5x$			
c) $-3x^2 - 2x + 1$			
d) $-6x + 3$			
e) $5x^2$			

Compare os desenhos que você fez para representar as expressões na atividade anterior com os desenhos de outros colegas e responda a questões abaixo:

- a) Vocês utilizaram as mesmas placas? Em caso negativo, será que algum de vocês está errado? Ou será que as respostas estão corretas? Explique.

- b) A ordem que vocês colocaram as placas algébricas é importante? Explique.

Em dupla: um estudante deve representar uma expressão com suas peças e solicitar a um colega de turma que escreva a expressão.

1º aluno - representação com as placas algébricas. Faça um desenho representativo	2º aluno escreve a expressão

2º aluno - representação com as placas algébricas. Faça um desenho representativo	1º aluno escreve a expressão

O seu colega acertou a expressão que você construiu? \_\_\_\_\_

A maneira que o seu colega agrupou as peças é diferente do modo que você pensou? Justifique.

---



---

### **AULA Nº 5 POLIÔMIOS**

**OBJETIVOS:** - operar a multiplicação e divisão de um polinômio por uma constante, com material manipulável e do modo escrito; possibilitar a construção do conhecimento do conteúdo estudado.

#### **ATIVIDADE:**



5.2 Use a propriedade distributiva para fazer as operações.

Multiplique cada termo que esta entre parênteses pelo termo que esta na frente do parênteses,

a)  $3 \cdot (-4x + 2) =$  \_\_\_\_\_ b)  $-2(x^2 - 3x - 4) =$  \_\_\_\_\_

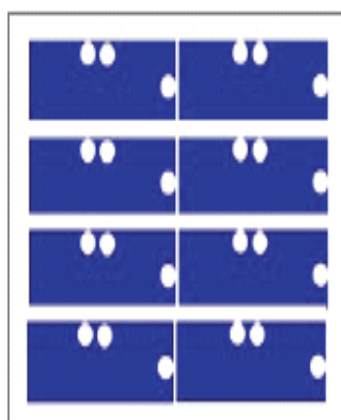
A multiplicação e a divisão são operações inversas. Para dividir um polinômio por uma constante(número), invertamos o processo da multiplicação.

Exemplos:

1) A expressão  $8x : 4$  é uma expressão polinomial de divisão. Ela representa o quociente do monômio  $8x$  pela constante 4.

Usando um modelo:

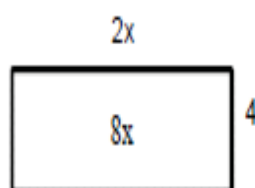
Nós arrumamos 8 placas  $x$  em 4 linhas:



Cada linha tem dois ladrilhos  $x$ .

Logo,  $8x : 4 = 2x$

Usando figura geométrica  
Podemos representar  $8x : 4$ ,  
Como uma das dimensões do  
retângulo é área  $8x$ , a outra  
dimensão é 4.



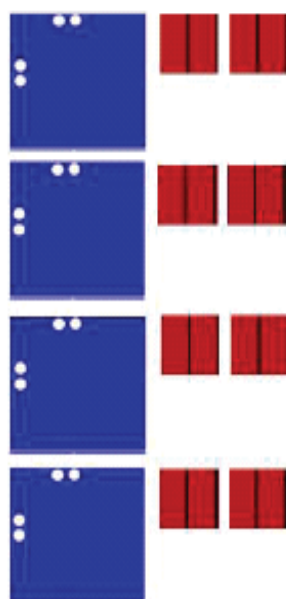
Logo,  $8x : 4 = 2x$ .

Usando frações e números  
Podemos usar o que sabemos sobre a divisão na  
forma de fração da divisão  
de números inteiros para  
determinar o quociente:

$$\frac{8x}{4} = 2x$$

2) Resolver a expressão :  $\frac{4x^2 - 8}{4}$ , usando placas algébricas .

Use quatro placas algébricas  $x^2$  e oito placas -1, em quatro linhas iguais.



Em cada linha há uma placa  $x^2$  e duas placas -1.

$$\text{Logo, } \frac{4x^2 - 8}{4} = x^2 - 2$$

Aula 05 – página 2

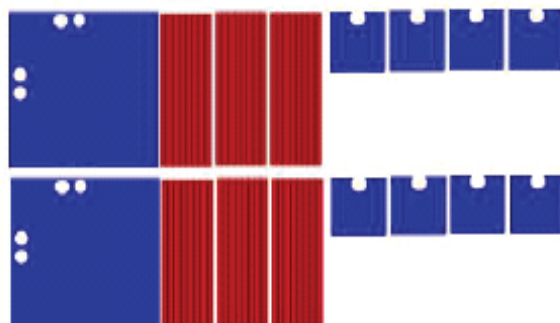
5.4 Para cada conjunto de placas algébricas da questão do item 5.3 escreva uma divisão.

5.5 a) Qual destes produtos é representado pelos ladrilhos abaixo ?

i)  $2(-2x^2 + 3x + 4)$

ii)  $2(-2x^2 - 3x + 4)$

iii)  $-2(-2x^2 - 3x + 4)$



Aula 05 – página 3